



TUGAS AKHIR - RG09 1536

**ANALISA PERBANDINGAN KANDUNGAN  
KLOROFIL MENGGUNAKAN INDEKS VEGETASI  
DENGAN DATA HYMAP  
(Wilayah Studi : Kabupaten Karawang, Jawa  
Barat)**

PUNGKI ATMANEGARA  
NRP 3509 100 052

Pembimbing  
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS.

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014



FINAL ASSIGNMENT - RG09 1536

**COMPARISON ANALYSIS OF CHLOROPHYLL  
CONTENT USING VEGETATION INDEX AND  
HYMAP DATA  
(STUDY AREA : Karawang Regency, West  
Java)**

PUNGKI ATMANEGARA  
NRP 3509 100 052

Advisor  
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS.

GEOMATIC ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2014

## LEMBAR PENGESAHAN

### **ANALISA PERBANDINGAN KANDUNGAN KLOROFIL MENGGUNAKAN INDEKS VEGETASI DENGAN DATA HYMAP (WILAYAH STUDI : KABUPATEN KARAWANG, JAWA BARAT)**

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program S1 Jurusan Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**PUNGKI ATMANEGARA**

NRP 3509100052

Disetujui Oleh Pembimbing :

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DES



**SURABAYA, 8 AGUSTUS 2014**

# **ANALISA PERBANDINGAN KANDUNGAN KLOORIFIL MENGGUNAKAN INDEKS VEGETASI DENGAN DATA HYMAP**

**(Wilayah Studi : Kabupaten Karawang, Jawa Barat)**

**Nama Mahasiswa : Pungki Atmanegara**

**NRP : 3509100052**

**Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS**

**Dosen Pembimbing : Prof.Dr.Ir Bangun Muljo Sukojo,DEA,DESS**

## **Abstrak**

Kabupaten Karawang merupakan daerah lumbung padi di Jawa Barat dan salah satu daerah yang dapat memberikan kontribusi kebutuhan beras nasional yang setiap tahunnya rata-rata mencapai  $\pm 728.000$  ton beras per tahun.

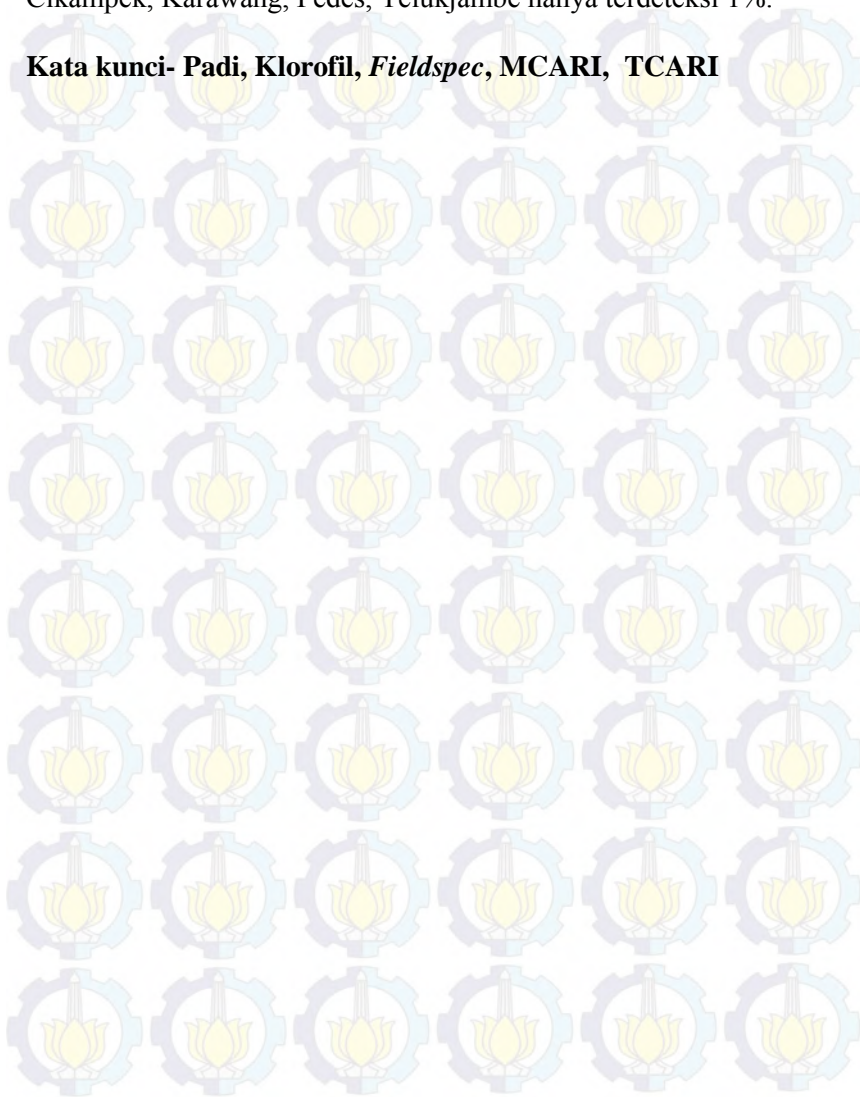
Salah satu cara untuk mengestimasi produktivitas padi ialah dengan mengamati kandungan klorofil yang terdapat pada daun padi. Pengukuran kandungan klorofil dapat diestimasi menggunakan data *hyperspectral*. Penginderaan jauh *hyperspectral* mempunyai panjang gelombang (wavelength) yang berdekatan dalam jumlah besar, yang dapat digunakan untuk mengetahui berbagai informasi biofisik (klorofil) (Mutanga and Skidmore, 2004, Thenkabail dkk, 2004).

Penelitian ini menggunakan metode MCARI dan TCARI pada panjang gelombang (670,700) nm untuk mendeteksi klorofil yang terdapat dalam padi. Dari proses pengolahan menggunakan dua metode tersebut dihasilkan nilai korelasi antara *fieldspec* MCARI dengan Hymap MCARI sebesar 0,6104 dan *fieldspec* TCARI dengan Hymap TCARI sebesar 0,7207.

Dari luas total klorofil yang dideteksi oleh metode MCARI dan TCARI sebesar 43% tersebar di daerah Kecamatan Tempuran. Lemaharang terdeteksi 17%, Rengasdengklok terdeteksi 14%, Rawamerta terdeteksi 8%, Klari terdeteksi 6%,

Tirtamulya terdeteksi 5%, Telagasari terdeteksi 3%, dan untuk Cikampek, Karawang, Pedes, Telukjambe hanya terdeteksi 1%.

**Kata kunci- Padi, Klorofil, *Fieldspec*, MCARI, TCARI**





# **COMPARISON ANALYSIS OF CHLOROPHYLL CONTENT USING VEGETATION INDEX AND HYMAP DATA**

**(STUDY AREA : Karawang Regency, West Java)**

**Name** : Pungki Atmanegara  
**NRP** : 3509100052  
**Department** : Geomatic Engineering FTSP-ITS  
**Advisors** : Prof.Dr.Ir Bangun Muljo Sukojo,DEA,DESS

## **Abstract:**

Karawang is rice granary area in West Java and one of the areas that contributes to the national annual rice demand which reaches to approximately 728.000 ton per year.

One of ways to estimate the productivity of rice is to observe chlorophyll contained in the leaves of rice . Measurement of chlorophyll content can be estimated using the hyperspectral data Remote sensing of hyperspectral have huge narrowed wavelength bands ( wavelength) to determine plants variety of biophysical ( chlorophyll ) and biochemical ( nitrogen ) in plants ( Mutanga and Skidmore , 2004 Thenkabail et al , 2004).

This study uses MCARI and TCARI on the wavelength ( 670.700 ) nm to detect chlorophyll contained in rice . From processing using the two methods produced correlation values between fieldspec MCARI with Hymap MCARI of 0.6104 and fieldspec TCARI with Hymap TCARI of 0.7207.

43% of total detected chlorophyll area using MCARI and TCARI is distributed in Kecamatan Tempuran. Lemaharang, Rengasdengklok, Rawamerta, Klari, Tirtamulya and Telagasari have 17%,14%,8%,6%,5% and 3% respectively. Meanwhile Cikampek, Karawang, Pedes and Telukjambe have only 1%.

**Keywords - Rice , Chlorophyll , Fieldspec , MCARI , TCARI**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat, ridho dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini untuk memenuhi persyaratan kelulusan strata I pada Jurusan Teknik Geomatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Sholawat serta salam penulis tujukan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis merasa bahwa dalam menyusun laporan ini masih menemui beberapa kesulitan dan hambatan, disamping itu juga menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan-kekurangan lainnya, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Menyadari penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Orang tua penulis tercinta atas curahan kasih sayang, doa dan dukungan secara moril maupun materil kepada penulis.
2. Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS selaku pembimbing utama yang telah bersedia untuk meluangkan waktu untuk membimbing, memeriksa, serta memberikan petunjuk dan saran dalam penyusunan laporan ini.
3. Bapak Dr. Ir. M. Taufik, MSc selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika ITS.
4. Bapak Dr. Ir. Arief Darmawan, MSc dan Bapak Teguh Arif P, ST sebagai narasumber dari PTISDA BPPT yang telah memberikan bantuan data dan pembelajaran dalam pengolahan data.
5. Seluruh staf pengajar yang telah membimbing dan memberikan materi perkuliahan kepada penulis.
6. Partner Tugas Akhir saudara Bryan, Fuad, Rouf, Rival dan Mas Abdi yang telah rela membantu dengan ilmu,

kritik dan sarannya serta saudara Ahmad Azar Ibrahim atas pemberian printernya.

7. Para saudara G11 yang selalu memberi dukungan fisik maupun mental.
8. Dan semua pihak yang telah membantu dan mendukung hingga terselesaikannya tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karuniaNya dan membalas segala amal budi serta kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini dan semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Surabaya, 8 Agustus 2014

Penulis



## DAFTAR ISI

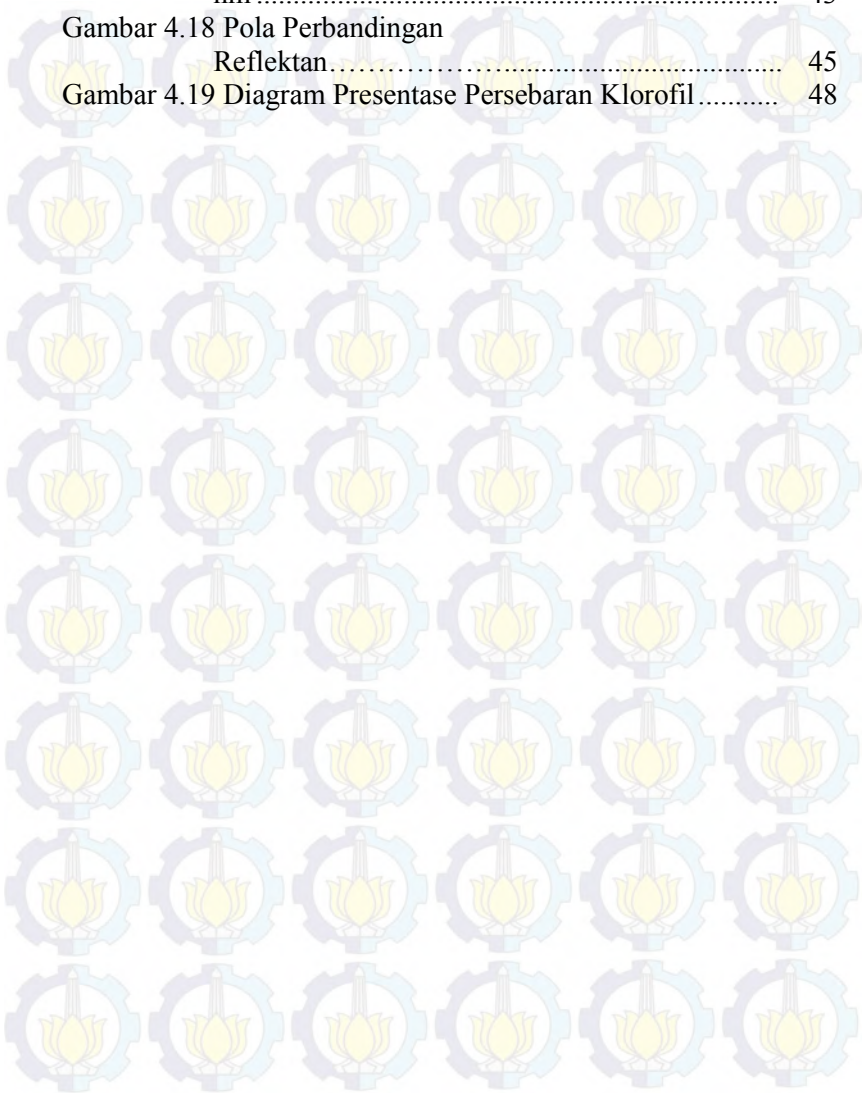
Halaman Judul .....	i
Abstrak .....	v
Lembar Pengesahan.....	ix
Kata Pengantar .....	xi
Daftar Isi .....	xiii
Daftar Gambar .....	xv
Daftar Tabel.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Permasalahan .....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Padi.....	5
2.2 Klorofil .....	7
2.3 Penginderaan Jauh .....	8
2.4 <i>Hyperspectral</i> .....	10
2.4.1 Prinsip Dasar <i>Hyperspectral</i> .....	10
2.4.2 Spektrum Elektromagnetik.....	11
2.5 Sensor <i>Hymap</i> .....	12
2.6 Georeferensi .....	13
2.7 Nilai Reflektan Spektra .....	14
2.8 Spektroskopi .....	16
2.9 <i>Spectral Angle Mapper (SAM)</i> .....	16
2.10 MCARI ( <i>Modified Chlorophyll Ratio Absorbtion Index</i> ).....	17
2.11 TCARI ( <i>Transformed Chlorophyll Ratio Absorbtion Index</i> ).....	17
2.12 Analisa Statistik.....	18
2.13 Penelitian Terdahulu.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	23

3.2 Data dan Peralatan .....	24
3.2.1 Data .....	24
3.2.2 Peralatan .....	24
3.3 Tahapan Penelitian .....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Hasil .....	29
4.1.1 Klasifikasi Fase Tumbuh Tanaman Padi .....	29
4.1.2 Koreksi Geometrik .....	33
4.1.3 Mosaik Citra .....	35
4.1.4 Regresi Data Citra Hymap dengan Data <i>Fieldspec</i> .....	36
4.5 Subset Citra .....	39
4.6 Peta Persebaran Klorofil .....	40
4.2 Analisa .....	44
4.2.1 Pola Reflektan Fase Pertumbuhan Padi pada <i>Fieldspec</i> .....	44
4.2.2 Perhitungan Algoritma MCARI dan TCARI .....	44
4.2.3 Analisa Regresi .....	46
4.2.4 Persebaran Klorofil .....	47
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panjang Gelombang Visible .....	11
Gambar 2.2 Reflektan.....	14
Gambar 2.3 Pantulan Reflektan.....	14
Gambar 2.4 Uraian interaksi objek di permukaan bumi dengan gelombang eletromagnetik.....	15
Gambar 2.5 Konsep SAM .....	17
Gambar 2.6 Bentuk Perumusan Uji T .....	20
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	24
Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Pengolahan Data.....	26
Gambar 4.1 Reflektan Fase Vegetatif 1.....	30
Gambar 4.2 Reflektan Fase Vegetatif 2.....	30
Gambar 4.3 Reflektan Fase Vegetatif 3.....	31
Gambar 4.4 Reflektan Fase Reproduksi 1.....	31
Gambar 4.5 Reflektan Fase Reproduksi 2.....	31
Gambar 4.6 Reflektan Fase Reproduksi 3.....	32
Gambar 4.7 Reflektan Fase Ripening 1.....	32
Gambar 4.8 Reflektan Fase Ripening 2.....	32
Gambar 4.9 Reflektan Fase Ripening 3.....	33
Gambar 4.10 Citra <i>HyMap</i> 10 lajur yang telah terkoreksi geometrik .....	34
Gambar 4.11 Citra Hasil <i>Mosaicking</i> 10 Lajur .....	35
Gambar 4.12 Kurva Hasil Regresi Menggunakan Metode MCARI dan TCARI (670,700) nm.....	36
Gambar 4.13 Kurva Hasil Regresi Menggunakan Metode MCARI dan TCARI (705,750) nm.....	37
Gambar 4.14 Hasil Pengkelasan Density Slice MCARI (670,700) nm .....	39
Gambar 4.15 Hasil Pengkelasan Density Slice TCARI (670,700) nm .....	40
Gambar 4.16 Peta Persebaran Klorofil Metode MCARI dan TCARI (670,700) nm.....	42

Gambar 4.17 Peta Persebaran Klorofil Metode TCARI (670,700) nm .....	43
Gambar 4.18 Pola Perbandingan Reflektan.....	45
Gambar 4.19 Diagram Presentase Persebaran Klorofil.....	48





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tahapan pertumbuhan padi.....	6
Tabel 2.2. Spektrum Sensor HyMap.....	12
Tabel 2.3. Karakteristik Citra HyMap.....	12
Tabel 2.4. Pedoman interpretasi koefisien korelasi.....	18
Tabel 4.1 Tahapan Pertumbuhan Padi.....	29
Tabel 4.2. Koreksi Geometrik tiap lajur.....	34
Tabel 4.3. Hasil Regresi <i>HyMap</i> dengan <i>Fieldpsec</i> .....	38
Tabel 4.4. Uji Signifikasi Data.....	38
Tabel 4.5. Hasil pengkelasan MCARI (670,700) nm.....	41
Tabel 4.6. Hasil pengkelasan TCARI (670,700) nm.....	41
Tabel 4.7. Persebaran Klorofil Kabupaten Karawang 2011.....	49



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan Negara berkembang yang mayoritas penduduknya mengonsumsi padi atau beras. Hampir 90% penduduk Indonesia mengonsumsi beras sebagai bahan makanan pokok, sedangkan 10% nya mengonsumsi sagu, jagung, singkong dan kentang. Sampai saat ini, sebagian besar produksi padi nasional berasal dari areal sawah di pulau jawa. (Badan Pusat Statistik, 2012)

Kabupaten Karawang merupakan daerah lumbung padi di Jawa Barat dan salah satu daerah yang dapat memberikan kontribusi kebutuhan beras nasional yang setiap tahunnya rata-rata mencapai  $\pm 728.000$  ton beras per tahun. Pergeseran pola pembangunan dan kebijakan yang lebih mengarah ke sektor riil mengakibatkan terjadinya alih fungsi tata guna lahan di kabupaten ini. Hal ini dapat terlihat dengan semakin berkembangnya Karawang sebagai salah satu kota dengan jumlah kawasan industri. (Pemerintah Kabupaten Karawang, 2008)

Semakin terdesaknya lahan pertanian oleh pembangunan hunian dan kawasan industri menyebabkan usaha peningkatan produksi dengan cara diversifikasi lahan sawah menjadi semakin sulit. Oleh karena itu, intensifikasi pertanian menjadi cara yang efektif untuk meningkatkan produksi beras nasional. Dalam melaksanakan program intensifikasi pertanian, selain pengembangan teknik budidaya juga diperlukan manajemen pengelolaan tanaman. Salah satu hal yang terpenting adalah manajemen kesehatan tanaman yang erat kaitannya dengan efektifitas pemberian nutrisi pada tanaman. Untuk mendapatkan manajemen pengelolaan kesehatan tanaman ini diperlukan data kesehatan tanaman secara spasial yang terupdate dengan parameter klorofil.

Klorofil merupakan pigmen fotosintesis yang terdapat dalam daun pada tumbuhan, menyerap cahaya merah, biru dan ungu,

serta merefleksikan cahaya hijau yang menyebabkan tumbuhan memperoleh ciri warnanya. Klorofil terdapat dalam kloroplas dan memanfaatkan cahaya yang diserap sebagai energi untuk reaksi-reaksi cahaya dalam proses fotosintesis. Tanaman sehat yang mampu tumbuh maksimum umumnya memiliki jumlah klorofil yang lebih besar daripada tanaman yang tidak sehat. Jumlah klorofil ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pertumbuhan dan kesuburan tanaman yang nantinya dapat dikaitkan untuk prediksi produksi dari tanaman tersebut.

Pengukuran kandungan klorofil dapat diestimasi menggunakan data *hyperspectral*. Penginderaan jauh *hyperspectral* mempunyai pita panjang gelombang (wavelength) yang berdekatan dalam jumlah besar, yang dapat digunakan untuk mengetahui berbagai informasi biofisik (klorofil) dan biokimia (nitrogen) pada tanaman (Mutanga and Skidmore, 2004).

### **1.2 Perumusan Masalah**

Dari uraian di atas, permasalahan yang muncul adalah bagaimana cara mengolah citra *Hymap* Kabupaten Karawang untuk mengetahui kandungan klorofil pada vegetasi padi dan perbandingan hasil analisisnya antara menggunakan metode index vegetasi MCARI dan TCARI untuk estimasi persebaran kandungan klorofil pada padi?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah citra *Hymap* Kabupaten Karawang tahun 2011 dan data *fieldspectrometer*.
2. Wilayah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sawah irigasi di Kabupaten Karawang.
3. Metode yang digunakan adalah *modified chlorophyll absorption ratio index* (MCARI) dan *Transformed Chlorophyll Absorption Ratio Index* (TCARI).



#### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui hasil korelasi antara Hymap dengan *Fieldspec* dengan menggunakan metode MCARI dan TCARI.
2. Mengetahui perbandingan hasil analisa luasan kandungan klorofil padi menggunakan metode *vegetation index* MCARI dan TCARI.
3. Pembuatan peta persebaran klorofil tanaman padi berbasis teknologi penginderaan jauh dengan data citra *Hymap*.

#### 1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan informasi spasial berupa peta persebaran kandungan klorofil tanaman padi yang selanjutnya dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk menentukan kesehatan tanaman padi.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Padi

Menurut Grist, 1960 tanaman padi diklasifikasikan ke dalam divisi *Spermatophytae* dengan subdivisi *Angiospermae* yang digolongkan ke dalam kelas *Monocotyledonae*, ordo *Poales* dengan family *Graminae*, genus *Oryza Linn* dan nama spesies *Oryza Sativa*.

Pertumbuhan akar pada padi dimulai dari proses perkecambahan benih. Akar yang pertama muncul yaitu akar tunggang kemudian setelah 5-6 hari akan tumbuh akar serabut. Akar ini hanya dapat menembus lapisan tanah bagian atas/ lapisan olah tanah yaitu berkisar antara 10-12 cm. Pada umur 30 hari setelah tanam, akar akan dapat menembus hingga kedalaman 18 cm dan pada umur 50 hari akar sudah mulai dapat menembus lapisan tanah di bawahnya (sub soil) yaitu berkisar 25 cm (Aak, 1990).

Daun padi mula-mula muncul pada saat perkecambahan dan dinamakan coleoptil. Coleptile keluar dari benih yang disebar dan akan memanjang terus sampai ke permukaan air. Setelah coleptile membuka, maka akan diikuti dengan keluarnya daun pertama, daun kedua dan seterusnya hingga mencapai puncak yang disebut daun bendera. Sedangkan daun terpanjang biasanya terdapat pada daun ketiga. Daun bendera merupakan daun yang lebih pendek daripada daun yang di bawahnya, namun lebih lebar daripada daun sebelumnya (Grist, 1960).




Batang tanaman padi mempunyai batang yang beruas-ruas panjang, memiliki rongga dan berbentuk bulat. Rangkaian ruas-ruas pada batang padi mempunyai panjang yang berbeda-beda, ruas batang bawah pendek dan semakin ke atas ruas batang akan semakin panjang. Ruas pertama dari atas merupakan ruas terpanjang. Diantara ruas batang padi terdapat buku dan tiap-tiap buku duduk sehelai daun. Batang baru akan muncul pada ketiak daun, yang semula berupa kuncup kemudian mengalami pertumbuhan, yang pada akhirnya menjadi batang baru. Batang baru dapat disebut

batang sekunder (kedua), apabila batang tersebut terletak pada buku terbawah (Aak,1990).


Anakan muncul pada batang utama dalam urutan yang bergantian. Anakan primer tumbuh dari buku terbawah dan memunculkan anakan sekunder. Anakan sekunder ini pada gilirannya akan menghasilkan anakan tersier (Suharno, 2005). Anakan terbentuk dari umur 10 hari dan maksimum pada umur 50 – 60 hari sesudah tanam. Sebagian dari anakan yang telah mencapai batas maksimum akan berkurang karena pertumbuhannya yang lemah, bahkan mati. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya disebabkan karena persaingan antara anakan, saling terlindung, kekurangan nitrogen dan juga jarak tanam (Hasyim, 2000).

Tanaman padi biasanya memerlukan waktu 3 - 6 bulan untuk tumbuh mulai dari pembenihan sampai dengan panen, tergantung dari jenis varitas padi dan kondisi tempat tanaman padi tumbuh. Pada periode tumbuh tersebut tanaman padi melalui beberapa tahap pertumbuhan, menurut *International Rice Research Institute* (IRRI) Philipina tahap pertumbuhan dapat dikelompokkan menjadi 3 tahap utama yaitu: vegetatif, reproduktif dan pemasakan. Masing-masing tahap utama dibagi menjadi beberapa kelompok lagi seperti Tabel 2.1. berikut:

Tabel 2.1. Tahapan Pertumbuhan Padi (IRRI,2002 dalam Wibowo 2010)

Tahap Pertumbuhan	Tahapan	Keterangan
Vegetatif	1. Seeding yaitu penanaman bibit pada lahan yang sudah diolah dan disiapkan.	
	2. Tillering yaitu bibit padi mulai tumbuh, daun mulai bertambah banyak.	
	3. Stem Elongation yaitu padi mulai tumbuh tinggi dan daun mulai menutup.	



Reproduktif	4. Panicle, Initiation Booting yaitu padi mulai bunting.	
	5. Heading yaitu malai keluar	
	6. Flowering yaitu malai berkembang dan keluar bunga	
Ripening	7. Milk Grain yaitu butiran padi mulai berisi biasanya masih berbentuk seperti susu.	
	8. Dough Grain yaitu biji padi mulai mengeras dan daun masih berwarna hijau.	
	9. Mature Grain yaitu tahap pemasakan biji padi sampai akhirnya siap dipanen.	

## 2.2 Klorofil

Klorofil merupakan butir-butir hijau yang terdapat dalam kloroplas. Terdapat dua macam klorofil yakni klorofil a dan klorofil b dengan rumus kimia masing-masing  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$  dan  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ . Klorofil a berwarna hijau tua sedangkan klorofil b berwarna hijau muda (Dwidjoseputro, 1980 dalam Oktavia, 2009). Perbedaan klorofil a dan klorofil b tampak pada rumus bangunnya. Menurut Kimball (1992) dalam Oktavia (2009) menyatakan bahwa perbedaan struktur kimia pada klorofil a dan klorofil b terletak pada gugus yang terikat pada cincin porfirin. Klorofil a mengandung gugus  $-CH_3$  sedangkan klorofil b mengandung gugus  $HC=O$ . Klorofil akan terabsorpsi pada panjang gelombang 640 nm-660 nm atau 430 nm-470 nm. Absorpsi yang terbesar pada klorofil a diperoleh antara panjang gelombang 390 nm-400nm dan 650 nm-

700 nm, sedangkan klorofil b mempunyai absorpsi terbesar pada panjang gelombang antara 400 nm-450 nm dan 620 nm-670 nm (Harborne dan Dey, 1990 dalam Oktavia, 2009 ).

Daun sebagian besar spesies tumbuhan menyerap lebih dari 90% panjang gelombang ungu dan biru yang mengenainya, dan hampir sebesar persentase panjang gelombang jingga dan merah. Hampir semua penyerapan ini dilakukan oleh pigmen kloroplas. Foton dalam tilakoid mengeksitasi sebuah elektron pada karotenoid atau klorofil. Klorofil berwarna hijau karena tidak efektif dalam menyerap panjang gelombang hijau, melainkan memantulkan. Pengukuran penyerapan nisbi dapat dilakukan melalui berbagai panjang gelombang cahaya oleh pigmen yang dimurnikan dengan menggunakan spektrofotometer. Grafik penyerapan merupakan fungsi dari panjang gelombang yang disebut spektrum serap. Spektrum serap akan terlihat sangat sedikit cahaya hijau dan kuning-hijau antara 500-600 nm yang diserap in vitro, dan kedua klorofil a dan b menyerap dengan kuat panjang gelombang ungu, biru, jingga dan merah. Semua spesies tumbuhan memperlihatkan puncak utama pada wilayah cahaya biru, keduanya disebabkan hasil penyerapan cahaya oleh klorofil dan karotenoid (Salisbury dan Ross, 1995 dalam Oktavia, 2009). Penggunaan panjang gelombang 645nm dan 660nm dikarenakan panjang gelombang tersebut akan mengalami absorpsi terbesar pada klorofil a dan b (Tjitrosomo, 1985 dalam Oktavia 2009).

### **2.3 Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni yang mempelajari obyek, daerah atau gejala melalui analisis menggunakan kaidah ilmiah data yang diperoleh tanpa harus kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji untuk memperoleh informasi dari yang dikaji dengan bantuan alat (Lillesand and Kiefer, 1999).

Sebuah sistem penginderaan jauh memerlukan sumber tenaga baik alamiah maupun buatan. Tenaga yang dimaksud berupa spektrum elektromagnetik yang meliputi spektra kosmis, gamma, sinar x, ultra violet, cahaya tampak, infra merah, gelombang mikro,

serta gelombang radio. Jumlah total seluruh spektrum disebut spektrum elektromagnetik. Dalam dunia penginderaan jauh, terdapat 2 sistem tenaga pada wahana yaitu sistem pasif dan sistem aktif (Lillesand and Kiefer, 1999).

- Sistem Pasif.

Pada wahana yang menggunakan sistem pasif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh satelit berasal dari sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana. Sumber tenaga yang dimaksud biasanya berupa energi yang berasal dari matahari. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Landsat, SPOT, NOAA, Modis, dan lainnya.

- Sistem Aktif.

Pada wahana yang menggunakan sistem pasif, sumber tenaga utama yang dibutuhkan oleh wahana menggunakan tenaga elektromagnetik yang dibangkitkan oleh sensor radar ( *radio detecting and ranging* ) yang terintegrasi pada wahana tersebut. Tenaga yang dibangkitkan berupa pulsa bertenaga tinggi yang dipancarkan dengan waktu yang sangat pendek sekitar  $10^{-6}$  detik. Pancaran akan ditujukan ke arah objek, sehingga pulsa radar akan dipantulkan kembali ke arah sensor. Berdasarkan waktu perjalanan pulsa yang telah dicatat, dapat ditentukan jarak objek, berdasarkan intensitas tenaga baliknya dapat ditafsirkan jenis objeknya. Beberapa wahana yang menggunakan sistem ini antara lain Radarsat, JERS, ADEOS, dan lainnya.

Gelombang elektromagnetik (EM) yang dihasilkan matahari dipancarkan dan masuk ke dalam atmosfer bumi. Interaksi antara radiasi dengan partikel atmosfer bisa berupa penyerapan (*absorption*), pemencaran (*scattering*) atau pemantulan kembali (*reflectance*). Sebagian besar radiasi dengan energi tinggi diserap oleh atmosfer dan tidak pernah mencapai permukaan bumi. Semua masa dengan suhu lebih tinggi dari  $0^{\circ}$  Kelvin ( $-273^{\circ}$  C) mengeluarkan radiasi EM.

Radiasi elektromagnetik yang mengenai suatu benda atau obyek kenampakan di muka bumi akan berinteraksi dalam bentuk pantulan, serapan dan transmisi. Dalam proses tersebut, ada tiga hal penting,



yaitu bagian tenaga yang di serap, dipantulkan dan ditransmisikan akan berbeda untuk setiap obyek yang berbeda tergantung pada jenis materi dan kondisinya sehingga memungkinkan untuk membedakan obyek pada citra. Hal lain adalah ketergantungan pada panjang gelombang obyek, berarti bahwa pada suatu obyek yang sama akan berbeda pada panjang gelombangnya (Lillesand and Kiefer, 1994 ).

## 2.4 Hyperspectral

Teknologi hyperspektral penginderaan jauh merupakan pengembangan dari teknologi multispektral, yang memiliki ratusan kanal yang sempit sehingga mampu menyajikan spektral yang kontinu pada setiap objek yang diamati. Dengan memiliki ratusan bahkan ribuan kanal yang sempit, data *hyperspectral* mampu menyajikan informasi jauh lebih detail daripada data kanal lebar dalam menghitung variabel-variabel biofisik dan kimia dari tanaman (Mutanga and Skidmore, 2004 dalam Wang, 2008). Karena kemampuannya dalam menyediakan analisis informasi yang lebih detail, dimensi data yang dihasilkan akan sangat besar dan ini merupakan tantangan baru tidak hanya pada teknik pengolahan data tapi juga pada penyimpanan dan pemindahan (transport) datanya (Jiminez dan Landgrebe 1999 dalam Wang 2008).

### 2.4.1 Prinsip dasar hyperspectral

Sumber energi utama penginderaan jauh (*remote sensing*) sistem pasif adalah matahari. Matahari memancarkan cahaya yang mempunyai energi dan merambat melalui atmosfer dalam bentuk radiasi gelombang elektromagnetik. Sebagian gelombang elektromagnetik yang mengenai obyek di permukaan bumi akan dipantulkan, diserap atau diteruskan.

Bagian terkecil dari gelombang elektromagnetik adalah photon, setiap photon mempunyai panjang gelombang yang menentukan tingkat energi yang dimilikinya. Hubungan antara energi photon ( $E$ ) dan frekuensinya dapat dirumuskan seperti rumus 2.1 berikut (Borengasser, 2008):



$$E = h \nu \dots\dots\dots(2.1.)$$

Keterangan:

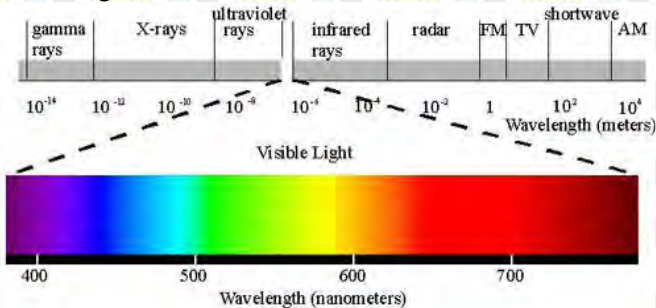
E: Energi photon

H: Konstanta planck's ( $6,626068 \times 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$ )

$\nu$ : Frekuensi.

## 2.4.2 Spektrum Elektromagnetik

Spektrum elektromagnetik adalah pengelompokan panjang gelombang dan frekuensi radiasi. Radiasi adalah perambatan energi dari sumbernya. Berikut adalah spektrum gelombang tampak dan posisinya terhadap seluruh spektrum elektromagnetik, lihat Gambar 2.1. berikut:



Gambar 2.1. Panjang Gelombang Visible

Kecepatan rambatan cahaya tergantung pada panjang gelombang dan frekuensinya sesuai dengan posisinya dalam spektrum elektromagnetik dapat diformulakan seperti rumus 2.2 berikut ini (Borengasser, M., et al, 2008):

$$C = \nu \lambda \dots\dots\dots(2.2.)$$

Keterangan:

C : Kecepatan cahaya ( $c = 299.792.458 \text{ m/detik}$ ),

$\nu$  : Frekuensi

$\lambda$  : Panjang gelombang.

Semakin panjang  $\lambda$  (panjang gelombang) maka semakin kecil  $\nu$  (frekuensinya) dan semakin kecil energinya (E).

## 2.5 Sensor Hymap

Kata “Hymap” adalah singkatan dari *Hyperspectral Mapper* merupakan suatu merek dagang untuk suatu instrumen khusus di bidang penginderaan jauh dengan wahana pesawat terbang. Sensor hiperspektral wahana pesawat terbang ini dikembangkan oleh Australia dan sekarang telah banyak digunakan oleh Negara-negara di seluruh dunia dalam berbagai aplikasi. Dengan memiliki jumlah kanal yang berdekatan hingga 128 kanal serta rentang panjang gelombang 450 nm – 2500 nm, menjadikan sensor HyMap ini sebagai salah satu sensor yang dapat diandalkan dengan *signal to noise ratio* (SNR) dan kualitas citra yang baik. Konfigurasi spektral sensor HyMap ditunjukkan pada tabel di bawah ini. Tiap-tiap modul spektral Tampak, NIR (*Near Infrared*), SWIR1 (*Short Wave Infrared 1*) dan SWIR2 (*Short Wave Infrared 2*) memiliki 32 band sehingga total jumlah spektral band adalah 128. Spesifikasi spectrum sensor HyMap dapat dilihat pada tabel 2.2. sedangkan karakteristik Citra HyMap dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.2. Spektrum Sensor HyMap (Cocks, 1998)

Spektrum	Kanal (μm)	Interval (nm)
Tampak (Visible)	0.450~0.700	15
NIR	0.700~1.350	15
SWIR 1	1.400~1.800	13
SWIR 2	1.950~2.480	17

Tabel 2.3. Karakteristik Citra HyMap (Cocks, 1998)

Spectral regions	VIS, NIR, SWIR, MWIR, TIR
Number of channels	100-200
Spectral bandwidths	10–20 nm
Spatial resolution	2–10 m
Swath width	60–70 degrees
Signal to noise ratio (30 degrees SZA, 50% reflectance)	>500:1
Operational altitude	2000-5000 m AGL

Keterangan:

VIS (Visibel / Tampak), NIR (*Near Infrared*), SWIR (*Short Wave Infrared*), MWIR (*Middle Infrared*), TIR (*Thermal Infrared*), Signal to noise ratio (30 degrees SZA, 50% reflectance) adalah rasio reflektan dalam setiap 30° cakupan area. 1 nanometer(nm) =  $1.0 \times 10^{-9}$  meter =  $1.0 \times 10^{-3}$  mikrometer

## 2.6 Georeferensi

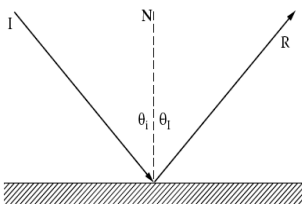
Georeferensi adalah suatu proses memberikan koordinat peta pada citra yang sudah planimetris. Hasil citra tersebut sesungguhnya sudah datar (planimetris), hanya saja belum mempunyai koordinat peta yang benar. Dalam hal ini, koreksi geometric sesungguhnya melibatkan proses georeferensi karena semua system proyeksi sangat terkait dengan koordinat peta.

Metode georeferensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah georeferensi dengan menggunakan Geocoding Lookup Table (GLT). GLT adalah salah satu metode koreksi yang paling akurat karena pengkoreksian dilakukan pada tiap piksel citra. Metode ini didukung dengan GPS yang terdapat pada *Airborne* untuk menentukan posisi/koordinat pada objek yang direkam oleh sensor. Peta informasi yang terkandung dalam *Input Geometry* (IGM) file, disimpan dalam dua band, satu untuk koordinat X( misal bujur atau Northing), dan satu untuk koordinat Y(misal lintang atau Easting). File GLT dapat digunakan untuk geokoreksi setiap band atau produk turunan melalui tabel. File GLT mengandung nilai-nilai lokasi pixel dengan bilangan integer yang ditandai untuk menunjukkan jika piksel keluaran tertentu memang benar-benar “nyata” atau pixel tetangga terdekat. Nilai GLT positif menunjukkan bahwa lokasi piksel yang tepat untuk digunakan dan nilai-nilai GLT negatif menunjukkan bahwa tetangga terdekat pixel digunakan. File GLT adalah produk geocorrected, dengan ukuran piksel tetap diproyeksikan ke dalam sistem proyeksi UTM dengan menggunakan datum WGS-84.(Huic data, 2010)



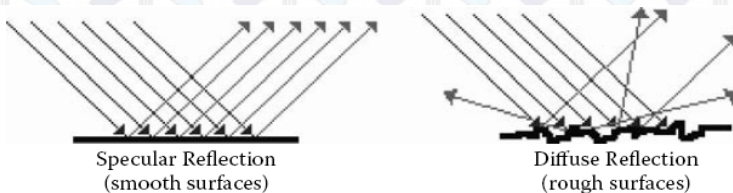
## 2.7 Nilai Reflektan Spektra

Reflektan (*Reflectance*) didefinisikan sebagai persentase rasio antara jumlah energi gelombang elektromagnetik yang di dipantulkan ( $R$ ) oleh permukaan dengan jumlah energi gelombang elektromagnetik yang datang ( $I$ ), Gambar 2.2. adalah Pantulan energi gelombang elektromagnetik pada permukaan suatu obyek dapat terjadi secara satu arah (*specular*) yaitu seperti pantulan cermin ataupun secara menyebar (*diffuse*). Pantulan satu arah terjadi pada permukaan obyek yang rata sehingga gelombang elektromagnetik yang datang dipantulkan ke satu arah tertentu. Sedangkan menurut Borengasser, M., et al, (2008) pantulan secara menyebar terjadi pada permukaan yang kasar sehingga pantulan gelombang elektromagnetik yang datang dipantulkan ke segala arah, yang terlihat pada gambar 2.3.



$$\text{Reflectance (\%)} = R/I..(2.3)$$

Gambar.2.2. Reflektan



Gambar 2.3. Pantulan Reflektan

Keterangan

$R$  = jumlah energi gelombang elektromagnetik yang di dipantulkan oleh permukaan

$I$  = jumlah energi gelombang elektromagnetik yang datang

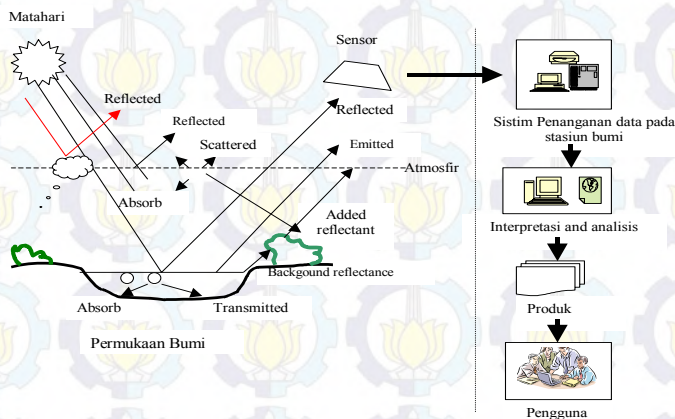


- **Spektra Mineral**

Material non organik seperti mineral, komposisi kimia dan struktur kristalnya mempengaruhi bentuk bentuk kurva spektral. Penyerapan pada panjang gelombang spesifik disebabkan oleh adanya ion atau unsur-unsur bahan kimia tertentu, dan ikatan unsur-unsur kimia antar elemen yang ada.

- **Spektra Tumbuhan**

Spektra dari tumbuhan hijau yang sehat mempunyai bentuk yang khusus. Bentuk kurva dipengaruhi oleh absorpsi dari pigmen hijau (klorofil) dan pigmen daun lainnya. Klorofil menyerap cahaya tampak dengan sangat efektif tetapi menyerap panjang gelombang merah dan biru lebih kuat dibanding hijau, sehingga tumbuhan yang sehat akan berwarna hijau menurut Lillesand and Kiefer, (1994) Uraian interaksi obyek-obyek di permukaan bumi dengan gelombang elektromagnetik sehingga dihasilkan citra indraja seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Uraian interaksi obyek-obyek di permukaan bumi dengan gelombang elektromagnetik

## 2.8 Spektroskopi

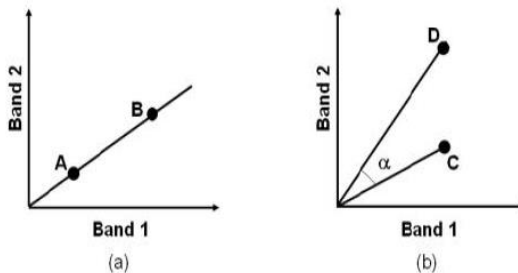
Spektroskopi adalah studi tentang cahaya yang dipancarkan atau dipantulkan oleh material atau kombinasi (campuran) antar material, yang terkait dengan panjang gelombang sebagai perwakilan dari energi yang diterima/dipantulkan oleh objek. Sebagai aplikasi dalam indera optis, spektroskopi memanfaatkan spektrum cahaya matahari yang dipantulkan oleh material yang ada dipermukaan bumi, baik yang bersifat alami maupun buatan manusia (Jaelani, 2006).

Instrumen dari spektroskopi ini dikenal dengan nama spektrometer atau spektroradiometer yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang spektrum cahaya yang dipantulkan oleh material uji yang dilakukan di laboratorium. Elemen dispersi optis (seperti prisma) yang ada pada spektrometer membagi cahaya dalam kanal-kanal sempit, kemudian panjang gelombang yang berdekatan dan energi dari setiap kanal direkam oleh detektor-detektor. Dengan menggunakan ratusan atau bahkan ribuan detektor, spektrometer dapat mengukur spektral dari kanal yang panjang gelombangnya berkisar 0.4-2.4 nm (panjang gelombang dari cahaya tampak sampai Infra merah tengah) (Jaelani, 2006).

## 2.9 Spectral Angle Mapper (SAM)

SAM digunakan dalam teknik pengklasifikasian objek pada suatu area (citra) yaitu dengan mengukur kesamaan antara spektral objek yang tidak diketahui dengan spektral referensi (diketahui) di dalam dimensi- $n$ . Di dalam multihyperspektral yang memiliki ruang dimensi- $n$ , suatu piksel vektor  $x$  memiliki panjang vektor (magnitude) dan sudut di dalam sistem koordinat ruang. Sudut antara spektral objek yang diperlakukan sebagai vektor ini dalam ruang- $n$  disebut sebagai sudut spektral (spectral angle), ilustrasi 2 dimensi dapat dilihat pada gambar di bawah. Metode ini tidak membandingkan besarnya iluminasi objek (magnitude) terhadap spektral referensi tetapi hanya mengukur 'arah' dari spektral objek terhadap spektral referensi. Besarnya iluminasi bisa saja berubah karena faktor tutupan awan, tetapi sudut spektra besarnya tidak berubah terhadap spektral objek. Pada gambar (a) A dan B merupakan objek yang sama/sejenis,

panjang atau pendeknya vektor tergantung pada besar atau kecilnya iluminasi. (b) Perbandingan antara vektor dari objek yang tidak diketahui (vektor C) dengan vektor referensi (vektor D). Kedua vektor dapat dikatakan objek yang sama/sejenis jika memiliki sudut yang lebih kecil dari nilai toleransi (Kruse dkk, 1993) seperti gambar 2.5.



Gambar 2.5. Konsep SAM

## 2.10 MCARI (Modified Chlorophyll Ratio Absortion Index)

Untuk mereduksi faktor non-photosintetic Daughtry (1994) dalam Liu (2010) mengembangkan *Chlorophyll Absorption Ratio Index* (CARI) yang mana diukur dengan menggunakan dasar gelombang absorpsi klorofil pada panjang gelombang 670 nm dihubungkan dengan puncak reflektan hijau pada 550 nm dan reflektan pada 700 nm. Dalam perkembangannya Daughtry (2000) mengembangkan *Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index* (MCARI). Rumus MCARI dituliskan rumus 2.5 sebagai berikut:

$$MCARI[670,700]=[ (R_{700}-R_{670})-0.2 \times (R_{700}-R_{550}) ] (R_{700}/R_{670}) \dots (2.5)$$

Keterangan: R = reflectan (nm)

## 2.11 TCARI (Transformed Chlorophyll Ratio Absortion Index)

Melihat hasil dari MCARI yang masih sensitif terhadap efek elemen non-photosintetic, terutama pada konsentrasi klorofil rendah. Daughtry (2000) dalam Liu (2010) Mengembangkan



*Transformed Chlorophyll Absorption Ratio Index* (TCARI) yang dapat mengkompensasi variasi karakteristik reflektan dari material background (tanah dan komponen non-photosintetik dan dapat meningkatkan sensitifitas pada nilai klorofil yang rendah. Adapun rumusan dari TCARI dapat dituliskan dalam rumus 2.6:

$$TCARI [670,700]=3x[(R_{700}-R_{670})-0.2x (R_{700}-R_{550})] (R_{700}/R_{670})..(2.6)$$

Keterangan: R = reflectan (nm)

Wu et all (2008) mengembangkan MCARI dan TCARI pada panjang gelombang 705 nm dan 750 nm untuk pendekatan klorofil pada tanaman jagung yang juga dikombinasikan dengan indeks tanah OSAVI.

## 2.12 Analisa Statistik

Analisa statistik yang dipakai dalam penelitian ini adalah uji korelasi, regresi linier dan uji T. Analisis korelasi adalah metode statistika yang digunakan untuk menentukan kuatnya atau derajat hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Semakin nyata hubungan linier (garis lurus), maka semakin kuat atau tinggi derajat hubungan garis lurus antara kedua variabel atau lebih. Ukuran untuk derajat hubungan garis lurus ini dinamakan koefisien korelasi. Korelasi dilambangkan dengan  $r$  dengan ketentuan nilai  $r$  tidak lebih dari harga  $(-1 \leq r \leq 1)$ . Apabila nilai  $r = -1$  artinya korelasi negatif sempurna;  $r = 0$  artinya tidak ada korelasi; dan  $r = 1$  artinya korelasinya sangat kuat.

Tabel 2.4 Pedoman interpretasi koefisien korelasi (Sugiyono, 2007)

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,000-0,199	Sangat Rendah
0,200-0,339	Rendah
0,400-0,599	Sedang
0,600-0,799	Kuat
0,800-1,000	Sangat Kuat



Analisa regresi merupakan salah satu teknik statistik yang sering digunakan oleh para peneliti pada berbagai bidang keilmuan. Teknik ini sering digunakan terutama untuk mengidentifikasi sejumlah peubah (variabel) masukan (input) untuk meramalkan (memprediksi) suatu perilaku respon atau keluaran (output) tertentu. Secara teknis, bergantung pada konteks dan disain penelitiannya, peubah masukan disebut juga peubah bebas (*independent variable*), peubah prediktor (*predictor variable*) atau peubah pendahulu (*antecedent variable*). Seperti halnya peubah masukan, peubah keluaran disebut juga peubah terikat (*dependent variable*), peubah respon (*response variable*) atau peubah kriteria (*criterion variable*) (Furqon, 1999)

Identifikasi peubah prediktor biasanya diarahkan untuk membangun suatu model yang dipandang baik untuk meramalkan suatu perilaku peristiwa tertentu. Pendekatan persamaan regresi linier dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana  $\beta_0$  adalah intercept,  $\beta_1$  adalah koefisien regresi atau slope garis regresi atas X (Furqon, 1999).

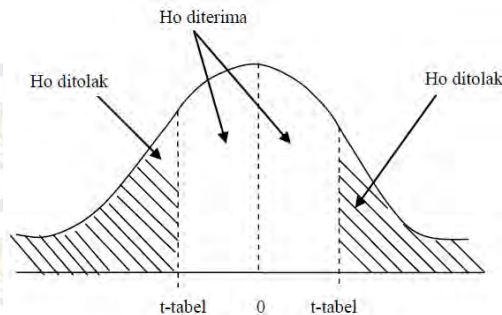
Uji t-statistik atau t-hitung merupakan pengujian untuk mengetahui apakah masing- masing koefisien regresi signifikan atau tidak terhadap variabel dependen. Dengan menganggap variabel independen lainnya konstan. Nilai t-hitung diperoleh dengan rumus:

$$T\text{-hitung} = b_i - b / se(b_i) \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :  $b_i$  = koefisien variabel ke – i

B = nilai hipotesis nol

Se ( $b_i$ ) = simpangan baku dari variabel independen ke-i



Gambar 2.6 Bentuk Perumusan Uji T

Dalam uji t ini digunakan perumusan bentuk hipotesis sebagai berikut :

$H_0 : b_i = b$

$H_1 : b_i \neq b$

Dimana  $b_i$  adalah koefisien variabel independen ke- $i$  nilai parameter hipotesis, dan biasanya  $b$  dianggap  $= 0$ . Artinya tidak ada pengaruh variabel  $x_i$  terhadap  $y$ . Pengujian dilakukan melalui uji-t dengan membandingkan t-statistik dengan t-tabel. Apabila hasil perhitungan menunjukkan :

- $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak apabila  $t\text{-hitung} \leq t\text{-tabel}$  dengan tingkat kepercayaan sebesar  $(\alpha)$ . Artinya variasi variabel bebas tidak dapat menerangkan variabel terikat, dimana tidak terdapat pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Pengujian dilakukan dengan tingkat kepercayaan sebesar  $(\alpha)$ .
- $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima apabila  $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$  dengan tingkat kepercayaan  $(\alpha)$ . Artinya variasi variabel bebas dapat menerangkan variabel terikat, dimana terdapat pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Pengujian ini dilakukan dengan tingkat kepercayaan sebesar  $(\alpha)$ .

### 2.13 Penelitian Terdahulu

Adapun Penelitian-Penelitian Terdahulu terkait Studi Klorfil adalah sebagai berikut :

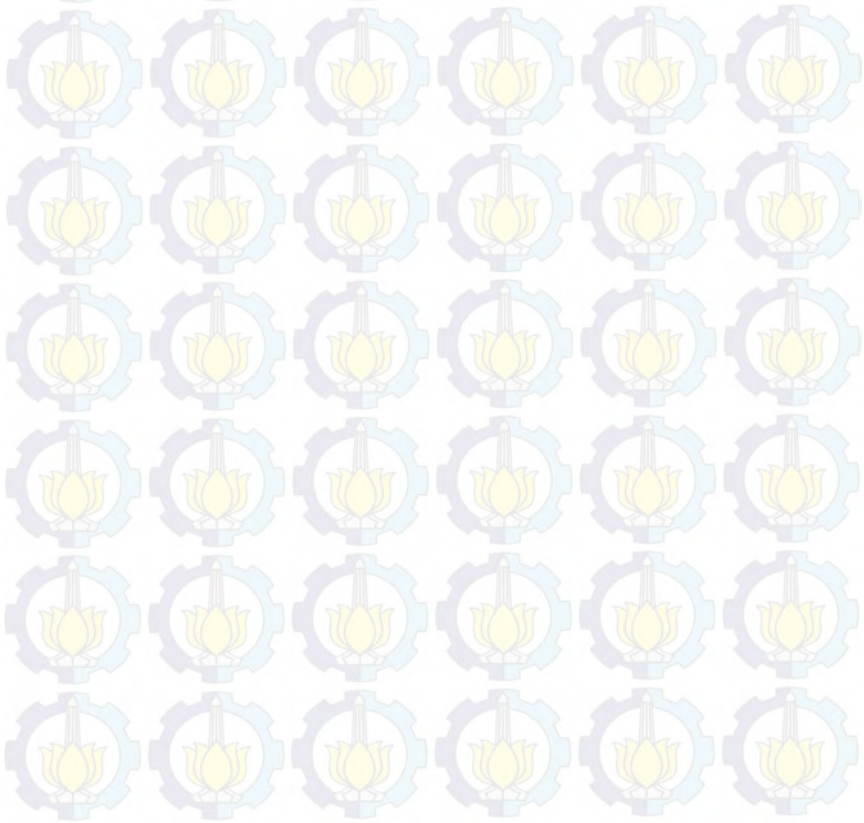
Wu (2008) dalam studinya tentang kandungan klorofil tanaman jagung dan gandum di Guangzhou Cina dengan pendekatan MSR[705,750], MCARI[705,750], TCARI/OSAVI[705,750], dan MCARI/OSAVI[705,750] yang di korelasikan dengan LAI dengan metode SAIL model didapatkan  $R^2$  sebesar 0,6742; 0.6968; 0,8808; and 0,9406.

Sukmono (2012), Dalam studinya yang membahas algoritma klorofil tanaman padi dengan menggunakan beberapa indeks vegetasi seperti normalized difference vegetation index (NDVI), modified simple ratio (MSR) , modified/transformed chlorophyll absorption ratio index (MCARI, TCARI) dan bentuk integrasi (MCARI/OSAVI and TCARI/OSAVI) digunakan untuk membentuk model estimasi dengan metode regresi linear. Selain itu juga digunakan Blue/Green/Yellow/Red Edge Absorption Chlorophyll Index . Tujuan dalam penelitian ini adalah mendapatkan panjang gelombang optimal untuk perhitungan klorofil padi dengan menggunakan data ground spectrometer/fieldspec serta mendapatkan model algoritmanya. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah tiga ground model yang mempunyai korelasi data kuat ( $R^2 \geq 0.5$ ). ketiga ground model tersebut menggunakan parameter MSR (705 nm, 750 nm) dengan  $R^2 = 0,51$  , TCARI/OSAVI (705 nm, 750 nm) dengan  $R^2 = 0,52$  dan Red Edge Absorption Chlorophyll Index (774,8 nm, 714,5 nm dan 638,3 nm) dengan  $R^2 = 0,57$ . Dari ketiga tersebut dipilih groun model terbaik REACL 2 untuk di upscalling ke model algoritma airborne hyperspectral. Pembentukan algoritma dengan data airborne hyperspectral sensor Hymap dan REACL 2 menghasilkan model algoritma (Klorofil (SPAD unit)=  $3,031((B22-B18)/(B18-B13)) + 31,596$ ) dengan  $R^2$  sebesar 0,78

Perbedaan dengan dengan penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah dengan menggunakan vegetasi yang sama yaitu padi dan metode indeks vegetasi yang berbeda yaitu MCARI dan TCARI. Namun dengan panjang gelombang yang berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Sukmono, Abdi 2012. Sedangkan pada penelitian Wu et al, 2008 menggunakan objek



jagung dan tanaman gandum. Selain itu dalam penelitian tugas akhir ini tidak memodelkan algoritma seperti peneliti-peneliti sebelumnya. Pada penelitian ini hanya memilih band optimal dari metode MCARI dan TCARI dari panjang gelombang 670,700 nm untuk memprediksi kandungan klorofil tanaman padi. Dari proses pengolahan menggunakan dua metode tersebut dihasilkan nilai korelasi antara *fieldspec* MCARI dengan *HyMap* MCARI sebesar 0,6104 dan *fieldspec* TCARI dengan *HyMap* TCARI sebesar 0,7207.





## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini dilakukan di Kabupaten Karawang. Secara geografis Kabupaten Karawang terletak diantara  $107^{\circ} 02' - 107^{\circ} 40'$  Bujur Timur dan  $5^{\circ} 56' - 6^{\circ} 34'$  Lintang Selatan.



 Lokasi penelitian

Gambar 3.1 Lokasi penelitian

### **3.2 Data dan Peralatan**

#### **3.2.1 Data**

Data yang digunakan adalah :

- Citra Hymap pada tanggal 13 Juli 2011
- Data *Field Spectrometer* daerah Karawang tanggal 1 Juli 2011
- Data DGPS Lokasi penelitian
- Data fase tumbuh tanaman padi berdasarkan SAM

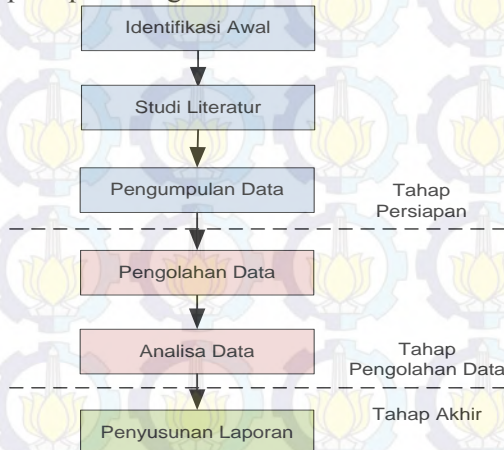
#### **3.2.2 Peralatan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Perangkat Keras (Hardware): Laptop
- b. Perangkat Lunak (Software):
  - *ENVI 4.8*
  - *ArcGis 10*
  - *Microsoft Office 2013*

### **3.3 Tahapan Penelitian**

Tahapan yang akan dilaksanakan dalam kegiatan penelitian ini adalah seperti pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan diagram alir metode penelitian:

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, kegiatan-kegiatan yang dilakukan adalah :

- Identifikasi Awal

Identifikasi Awal, bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan. Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana cara mengolah citra Hymap untuk mengetahui kandungan klorofil tanaman menggunakan metode index vegetasi TCARI dan MCARI sehingga menjadi sebuah peta persebaran klorofil padi di Kabupaten Karawang. Dan perbandingan hasil analisa kandungan klorofil menggunakan kedua metode index vegetasi.

- Studi Literatur

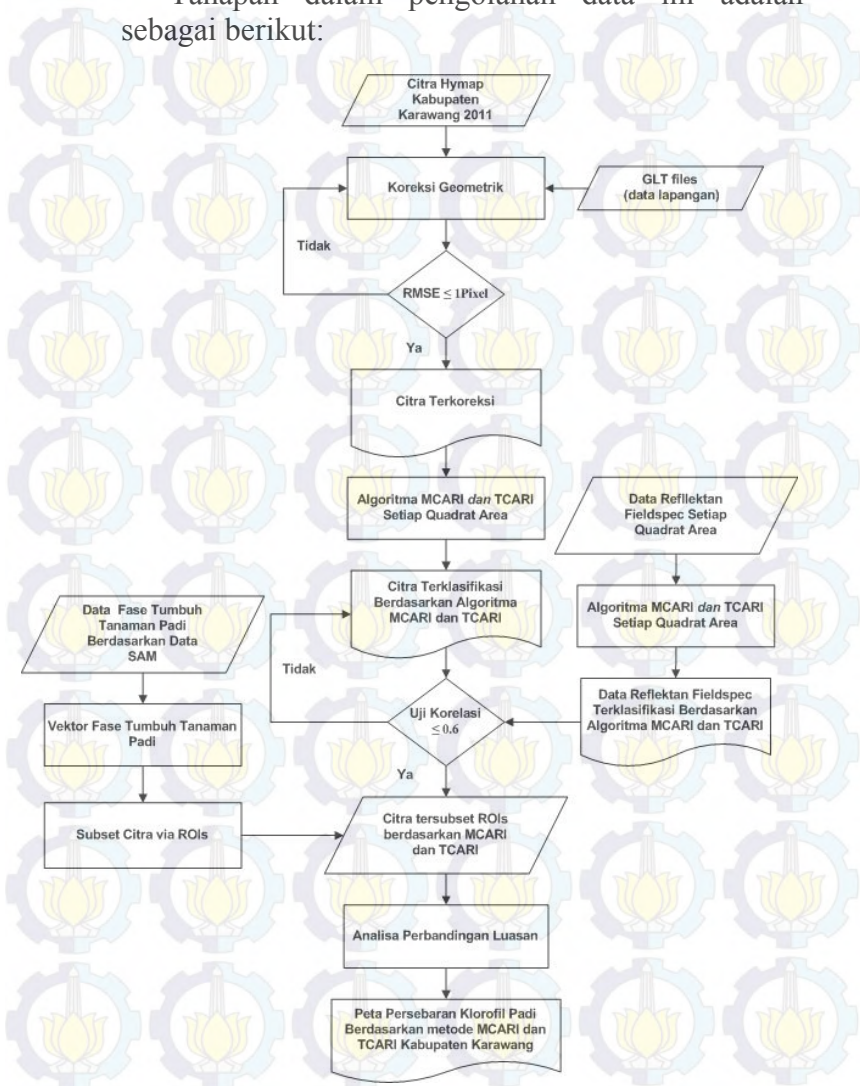
Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan Penginderaan Jauh, citra Satelit, *Airborne Hyperspectral*, Padi, Klorofil dan literatur lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, majalah, internet dan lain sebagainya.

- Pengumpulan Data

Pengumpulan Data, dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Data dapat berupa data tabular maupun grafis serta data penunjang lainnya yang berhubungan.

## 2. Tahap Pengolahan data

Tahapan dalam pengolahan data ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Pengolahan Data



Pada tahapan ini dilakukan pengolahan dari data-data yang telah diambil dan dikumpulkan. Adapun pekerjaannya dijelaskan sebagai berikut:

- Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik bertujuan mereduksi kesalahan geometrik sehingga dihasilkan citra terkoreksi geometrik. Pada tahap ini menggunakan file IGM (Input Geometry) yang dibuat dalam bentuk table atau biasa disebut dengan file GLT (Geometric Lookup Table). Metode ini adalah metode georeferencing data yang paling akurat karena setiap pixelnya diberikan nilai lokasi peta.

- Index vegetasi MCARI dan TCARI

Index vegetasi ini digunakan untuk menghitung kandungan klorofil pada tanaman padi dan diaplikasikan dalam citra HyMap dan data *fieldspec*.

- Uji Korelasi

Proses ini melakukan korelasi antara hasil olahan data *airborne Hymap* setiap quadrat area dengan hasil olahan data *fieldspectrometer* setiap quadrat area. Hasil korelasi  $R \geq 0,60$  maka korelasi kuat dan dapat dikatakan kedua data yang digunakan mempunyai hubungan yang baik.

- Subset Citra

Tujuan dari proses ini adalah untuk menghilangkan objek selain tanaman padi dan untuk mendapatkan rentang nilai klorofil padi. data yang digunakan adalah data fase tumbuh padi berdasarkan penelitian Rauf, 2013 yang di klasifikasikan berdasarkan SAM yang kemudian di ekspor ke bentuk vektor setelah itu di ekspor lagi dalam bentuk ROIs. Kemudian Citra yang sudah di algoritma MCARI dan TCARI di subset dengan data ROI tanaman padi.

- **Analisa Perbandingan Luasan**

Analisa yang dilakukan dengan membandingkan luasan kandungan klorofil yang dihasilkan dengan menggunakan metode MCARI dan TCARI.

- **Pembuatan Peta**

Membuat peta hasil subset via ROIs dari citra hmap yang dioalah menggunakan metode MCARI dan TCARI. Yang kemudian di kelaskan menggunakan density slice dan di ekspor ke shp untuk dijadikan peta persebaran klorofil tanaman padi di kabupaten karawang.

3. **Penyusunan Laporan**

Penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari penelitian tugas akhir ini, dimana didalamnya akan disajikan informasi spasial (peta) persebaran klorofil tanaman padi di Kabupaten Karawang.

## BAB IV

### HASIL DAN ANALISA

#### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 Klasifikasi Fase Tumbuh Tananman Padi

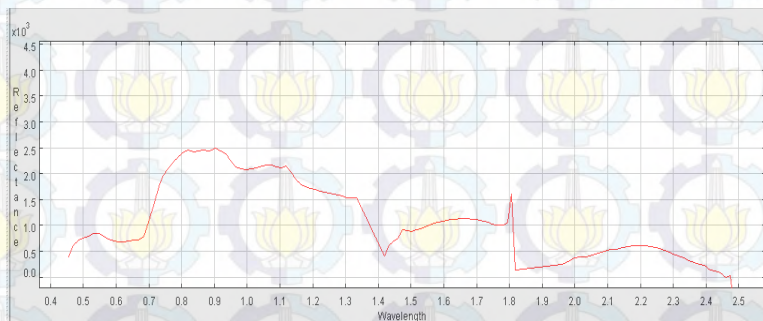
Pengambilan data reflektan in situ padi dilakukan dengan pengukuran dengan alat *fieldspectrometer* pada *Sampling area* (SA) atau lokasi pengambilan sampel merupakan lahan padi dengan luasan 500 x 500 m. Di dalam SA ditentukan 10 *kuadrat area* (QA)/ area kuadrat dengan ukuran 10m x 10m. Untuk melihat pola reflektan tiap fase pertumbuhan dilakukan pengelompokkan fase pertumbuhan untuk *Kuadrat Area*. Dimana pengelompokkannya terdapat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.1 Pengelompokan Fase Tumbuh Padi QA  
(Rauf,2013)

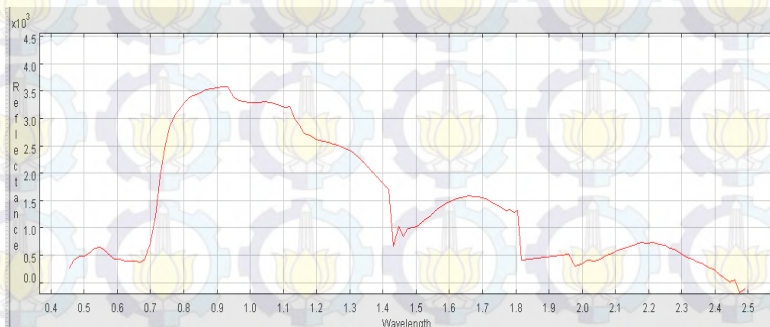
Fase Tumbuh Padi	Kuadrat Area
Vegetatif 1	KW06Q05, KW06Q06, KW06Q08, KW06Q10, KW10Q05, KW10Q07, KW10Q10
Vegetatif 2	KW06Q03, KW06Q09, KW10Q01, KW10Q02, KW10Q06
Vegetatif 3	KW09Q02, KW09Q03, KW09Q08, KW09Q10, KW11Q01, KW11Q04, KW11Q05, KW11Q06, KW11Q08, KW11Q09
Reproduktif 1	KW20NQ01, KW20NQ02,

Fase Tumbuh Padi	Quadrat Area
Reproduktif 1	KWN20Q03, KWN20Q07
Reproduktif 2	KW12Q04, KW12Q08
Reproduktif 3	KW16Q01, KW16Q03, KW16Q05, KW16Q06, KW16Q10
Ripening 1	KW14Q03, KW14Q06
Ripening 2	KW14Q02, KW14Q04, KW14Q09
Ripening 3	KW13Q05, KW13Q08

Berikut ini adalah pola reflektan tiap fase pertumbuhan padi pada fieldspec:

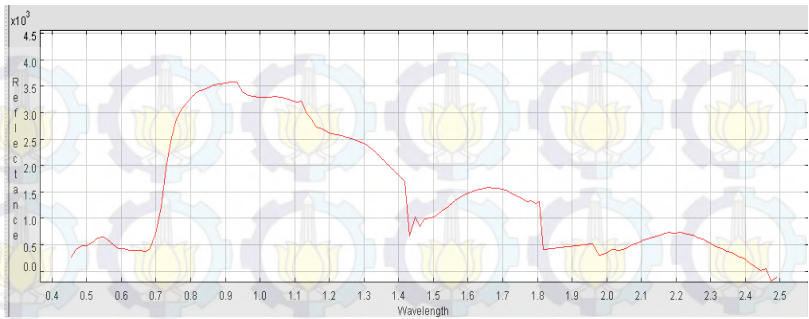


Gambar 4.1 Reflektan Fase Vegetatif 1

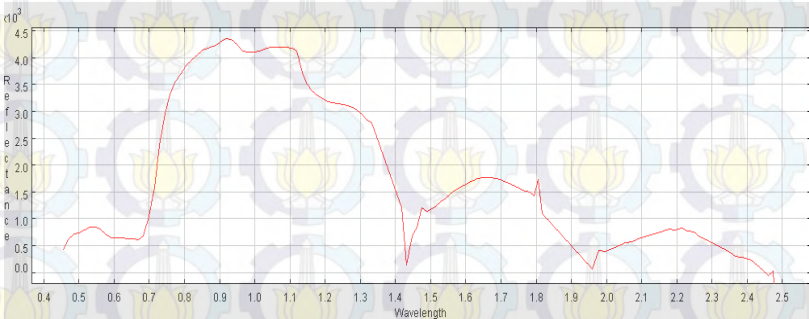


Gambar 4.2 Reflektan Fase Vegetatif 2

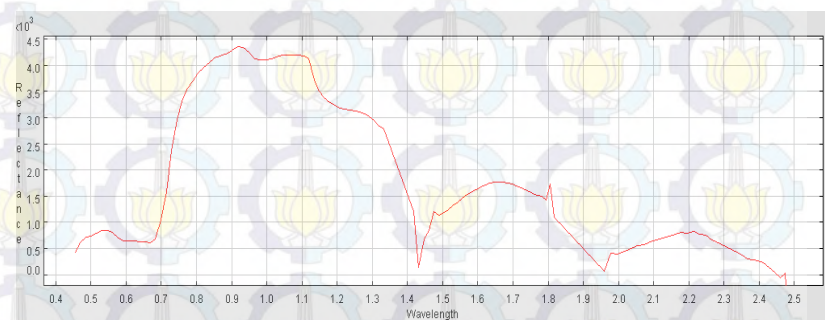




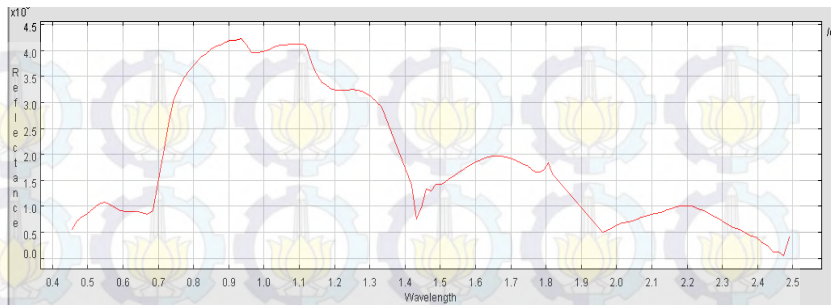
Gambar 4.3 Reflektan Fase Vegetatif 3



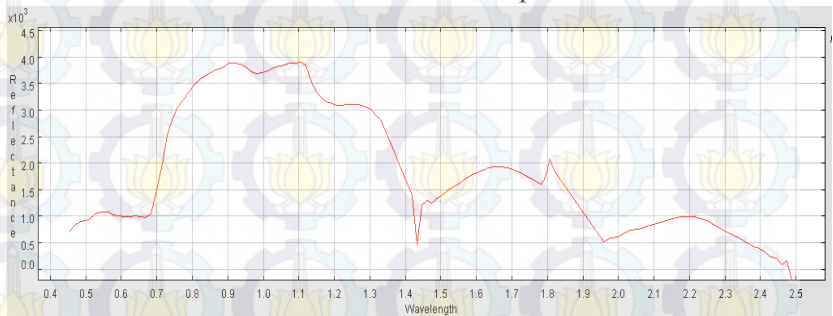
Gambar 4.4 Reflektan Fase Reproduksi 1



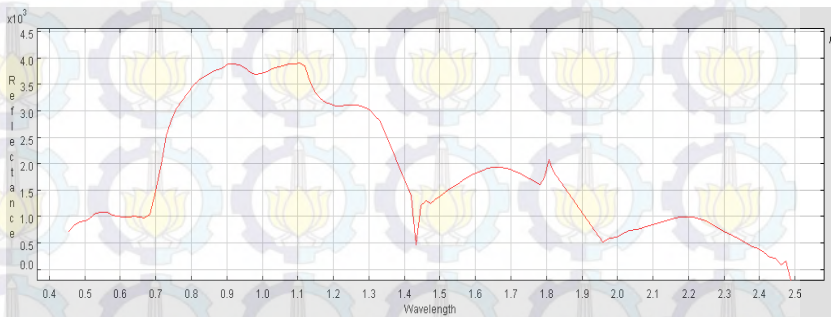
Gambar 4.5 Reflektan Fase Reproduksi 2



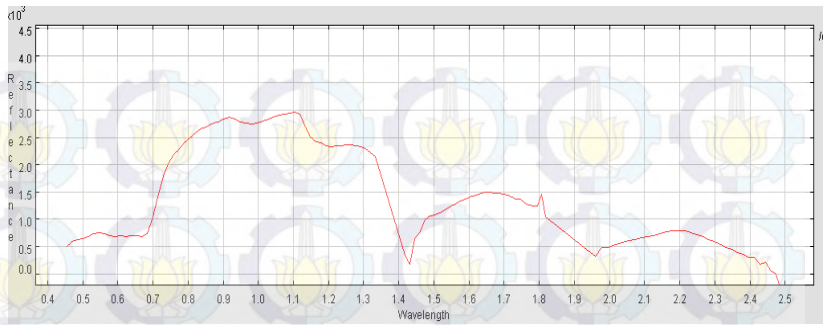
Gambar 4.6 Reflektan Fase Reproduksi 3



Gambar 4.7 Reflektan Fase Ripening 1



Gambar 4.8 Reflektan Fase Ripening 2



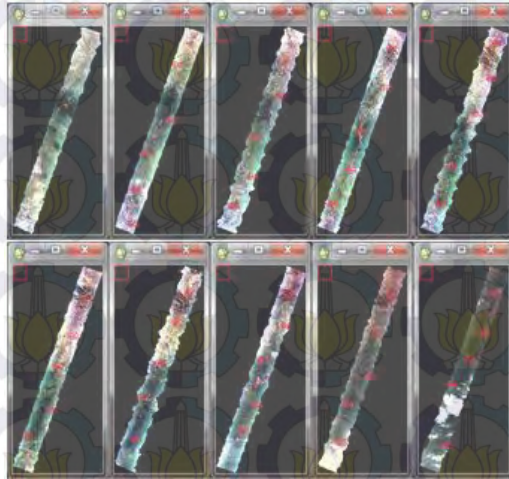
Gambar 4.9 Reflektan Fase Ripening 3

Secara garis besar pada fase vegetatif mempunyai pola reflektan yang memiliki nilai rendah pada spektrum gelombang *near infrared* dan relatif tinggi pada spektrum gelombang visible. Profil reflektan pada fase reproduktif menunjukkan nilai reflektan pada panjang gelombang *visible* yang lebih rendah dibandingkan fase vegetatif. Sedangkan pada fase ripening, nilai reflektan panjang gelombang visible terutama pada gelombang merah mulai naik lagi dan pada panjang gelombang hijaunya sudah mulai turun.

#### 4.1.2 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan kesalahan geometrik pada citra yang disebabkan oleh konfigurasi sensor, perubahan ketinggian, posisi, dan kecepatan wahana. Data pada setiap lajur dikoreksi menggunakan *Geometric Lookup Table* (GLT) yaitu sebuah metode pengkoreksian pada setiap piksel untuk penentuan posisi geospasial dari lintang dan bujur pada suatu area. Hal ini dikarenakan pada setiap lajur dari 10 lajur yang dipotret menggunakan

wahana airborne memiliki kesalahan yang berbeda seperti yang nampak pada gambar 4.10 dan tabel 4.2 berikut:



Gambar 4.10 Citra *HyMap* 10 lajur yang telah terkoreksi geometrik

Tabel 4.2 Koreksi Geometrik Tiap Lajur

No. Lajur	RMS Error
1	0,4552
2	0,1488
3	0,0611
4	0,1347
5	0,1440
6	0,0862
7	0,0286
8	0,3080
9	0,2031
10	0,1120



Dari setiap lajur menggunakan 5 *Ground Control Point* (GCP) didapatkan nilai RMSE kurang dari 1 piksel, dengan demikian nilai ini masuk toleransi maka citra yang sudah dikoreksi geometrik memenuhi toleransi atau mendekati kebenaran.

#### 4.1.3 Mosaik Citra

Mosaik citra adalah penggabungan 2 citra atau lebih pada daerah yang bertampalan dengan tujuan untuk memperoleh area yang lebih luas. Menurut danoedoro, 1996 mosaik sangat diperlukan untuk menganalisa daerah yang terletak pada *scene* berbeda dengan syarat *scene* yang akan digabung memiliki area yang bertampalan.

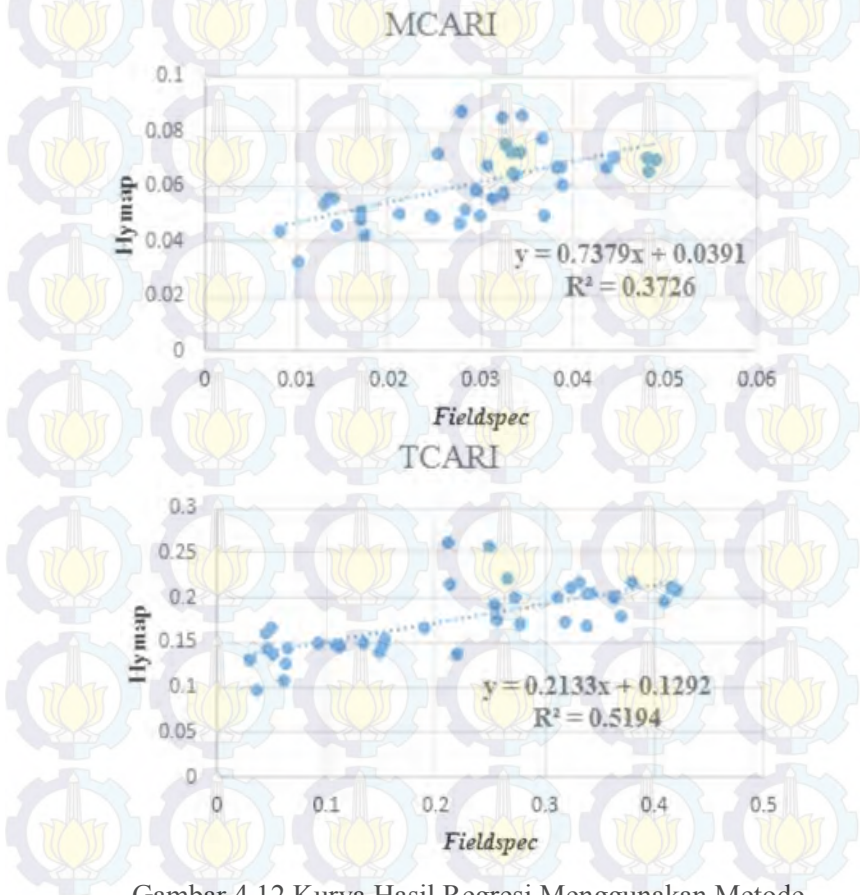
Syarat dalam melakukan mosaik adalah citra harus sudah terkoreksi. Pada penelitian ini dilakukan mosaik citra sebanyak 10 lajur. Pada gambar 4.11 berikut ini adalah hasil mosaik citra:



Gambar 4.11 Citra Hasil *Mosaicking* 10 Lajur

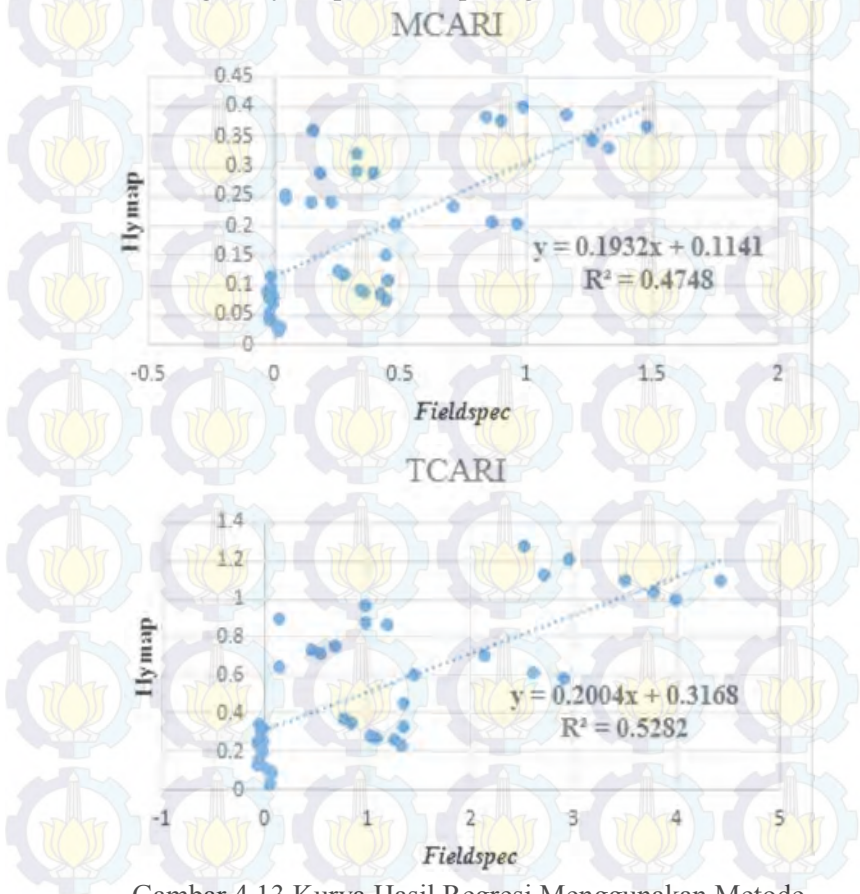
#### 4.1.4 Regresi Data Citra *HyMap* dengan Data *Fieldspec*

Regresi data digunakan untuk mengetahui keakuratan hasil pengolahan data citra *HyMap* dengan sample data lapangan *fieldspectrometer*. Gambar 4.12 berikut ini adalah gambar hasil Korelasi *HyMap* dengan *fieldspectrometer* dengan menggunakan panjang gelombang 670,700 nm:



Gambar 4.12 Kurva Hasil Regresi Menggunakan Metode MCARI dan TCARI (670,700) nm

Selain pada panjang gelombang 670,700 nm juga dilakukan perhitungan algoritma dengan panjang gelombang 705-750 nm yang pernah digunakan oleh Sukmono, 2012 dan Wu et al, 2008 yang juga menggunakan indeks vegetasi tersebut. Hal ini dilakukan sebagai perbandingan dengan penelitian terdahulu yang hasil regresinya dapat dilihat pada gambar 4.13 berikut:



Gambar 4.13 Kurva Hasil Regresi Menggunakan Metode MCARI dan TCARI (705,750) nm



Dari data perhitungan regresi dapat dirangkum hasilnya dalam tabel 4.3:

Tabel 4.3 Hasil Regresi *HyMap* dengan *Fieldpspec*

Parameter (X)	Hasil Regresi	Koefisien Determinasi ( $R^2$ )	Koefisien korelasi (R)
MCARI (670, 700)	$Y=0,7379X+0,0391$	0,3726	0,6104
TCARI (670, 700)	$Y=0,2133X+0,1292$	0,5194	0,7207
MCARI (705, 750)	$Y=0,1932X+0,1141$	0,4748	0,6891
TCARI (705, 750)	$Y=0,2004X+0,3168$	0,5282	0,7268

Menurut tabel interpretasi korelasi yang dikemukakan oleh Sugiono, 2007 Hasil perhitungan uji korelasi pada tabel 4.3 tersebut termasuk korelasi kuat karena mempunyai nilai korelasi diantara (0,60-0,799). Koefisien korelasi bernilai positif (+) artinya hubungan antara data *HyMap* dengan data *fieldspectro* tersebut satu arah, sehingga jika nilai spectral pada data *HyMap* semakin tinggi maka nilai spectral pada data *Fieldspec* juga semakin tinggi, dan sebaliknya.

Setelah diperoleh nilai korelasi, maka dilakukan uji signifikansi data atau uji T. Berikut hasil dari uji T dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%,  $\alpha = 0,05$

Tabel 4.4 Uji Signifikasi Data

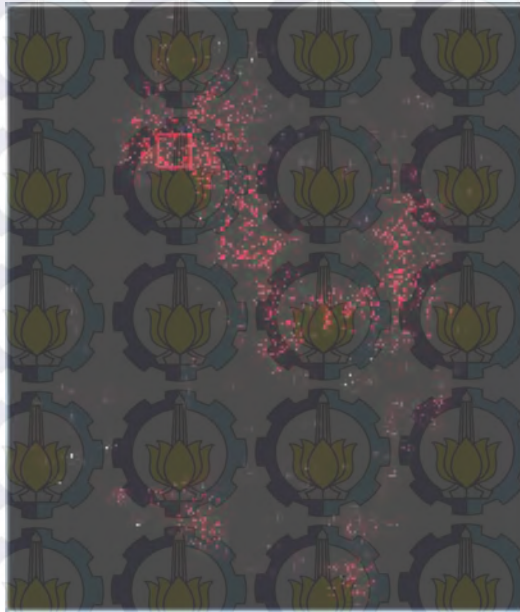
Parameter (X)	Hasil Korelasi Data	Nilai T Hitung	Nilai T Tabel
MCARI (670,700)	0,6104	4,7504	2,021
TCARI (670,700)	0,7207	6,4085	2,021
MCARI (705,750)	0,6891	5,8619	2,021
TCARI (705,750)	0,7268	6,5230	2,021



Dari hasil uji T diketahui bahwa nilai  $t$  hitung  $>$  nilai  $t$  tabel, sehingga  $H_0$  ditolak, artinya hubungan antara spectral *HyMap* dengan spectral *fieldspectro* tersebut signifikan.

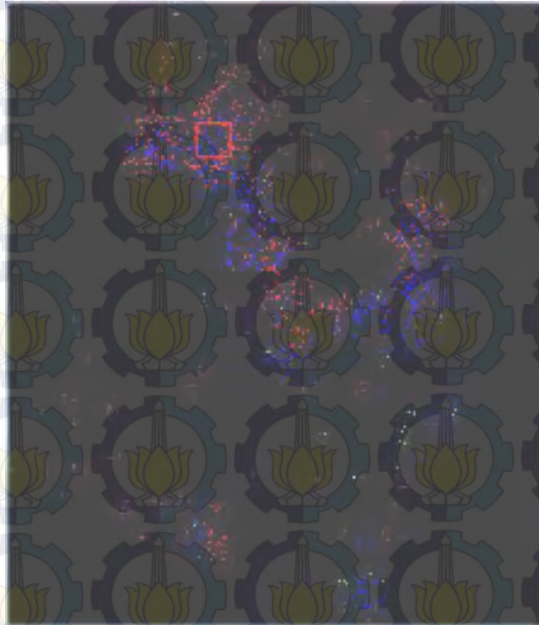
#### 4.5 Subset Citra

Dari data Citra yang telah tersubset via ROIs didapatkan pengkelasan nilai klorofil dengan cara di density slice maka akan muncul rentan nilainya seperti pada metode MCARI (670,700) nm dan TCARI (670,700) nm berikut: 0,0126-0,1126; 0,1127-0,2127; 0,2128-0,3128. Warna yang digunakan adalah merah, biru dan hijau. Gambar 4.14 adalah hasil pengkelasan nilai klorofil pada metode MCARI (670,700) nm:



Gambar 4.14 Hasil Pengkelasan Density Slice MCARI (670,700) nm

Gambar 4.15 adalah hasil pengkelasan nilai klorofil pada metode TCARI (670,700) nm:



Gambar 4.15 Hasil Pengkelasan Density Slice TCARI (670,700) nm

#### **4.6 Peta Persebaran Klorofil**

Hasil akhir dari penelitian ini adalah pembuatan peta persebaran klorofil di kabupaten karawang. Peta persebaran ini merupakan gambaran secara spasial pada daerah studi. Dalam peta persebaran klorofil ini wilayah terpetakan adalah lahan sawah pada daerah studi. Pembuatan peta persebaran ini sebagai alat untuk pengambilan keputusan terkait pemantauan klorofil tanaman padi. Dari hasil peta persebaran klorofil pada gambar 4.16 dan 4.17 didapatkan

luasan yang ditunjukkan pada tabel 4.5 dan 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil pengkelasan MCARI (670,700) nm

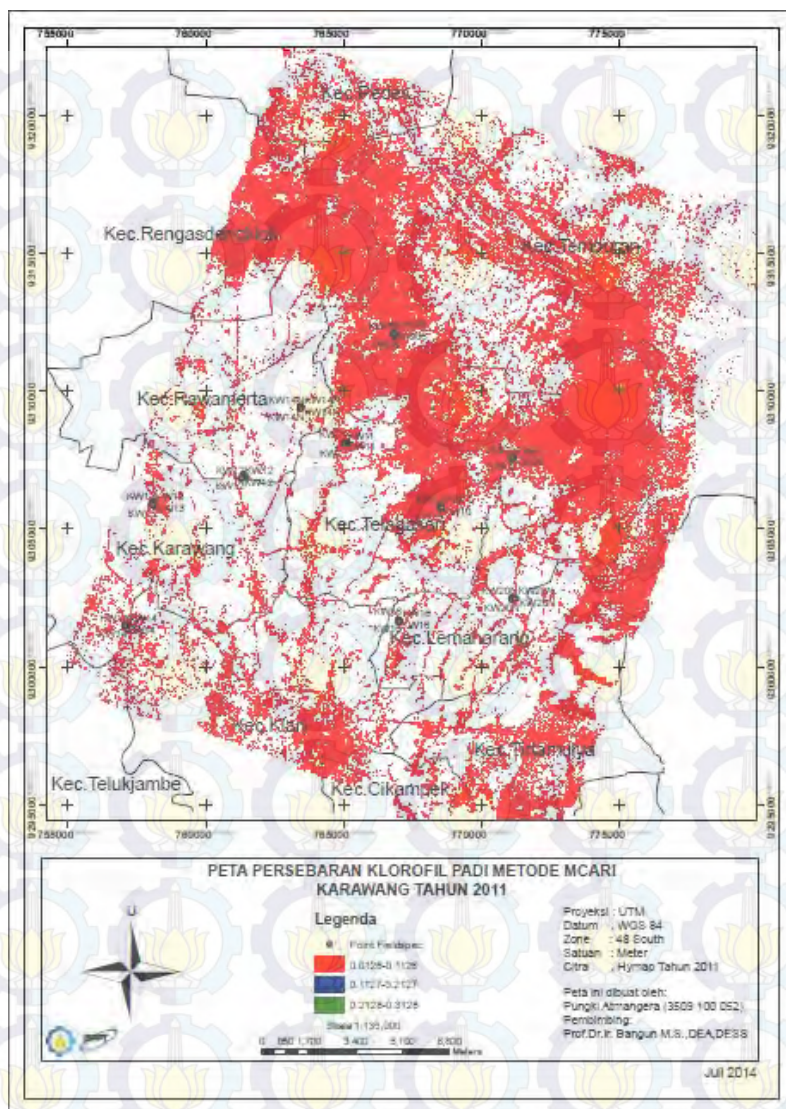
<b>Rentan Nilai Klorofil</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
0,0126-0,1126	13.598.369,86
0,1127-0,2127	51,360
0,2128-0,3128	0
Total Luas	13.598.421,22

Tabel 4.6 Hasil pengkelasan TCARI (670,700) nm

<b>Rentan Nilai Klorofil</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
0,0379-0,0758	5.783.978,386
0,0759-0,1138	7.688.639,588
0,1139-0,1517	189.705,576
Total Luas	13.662.323,55

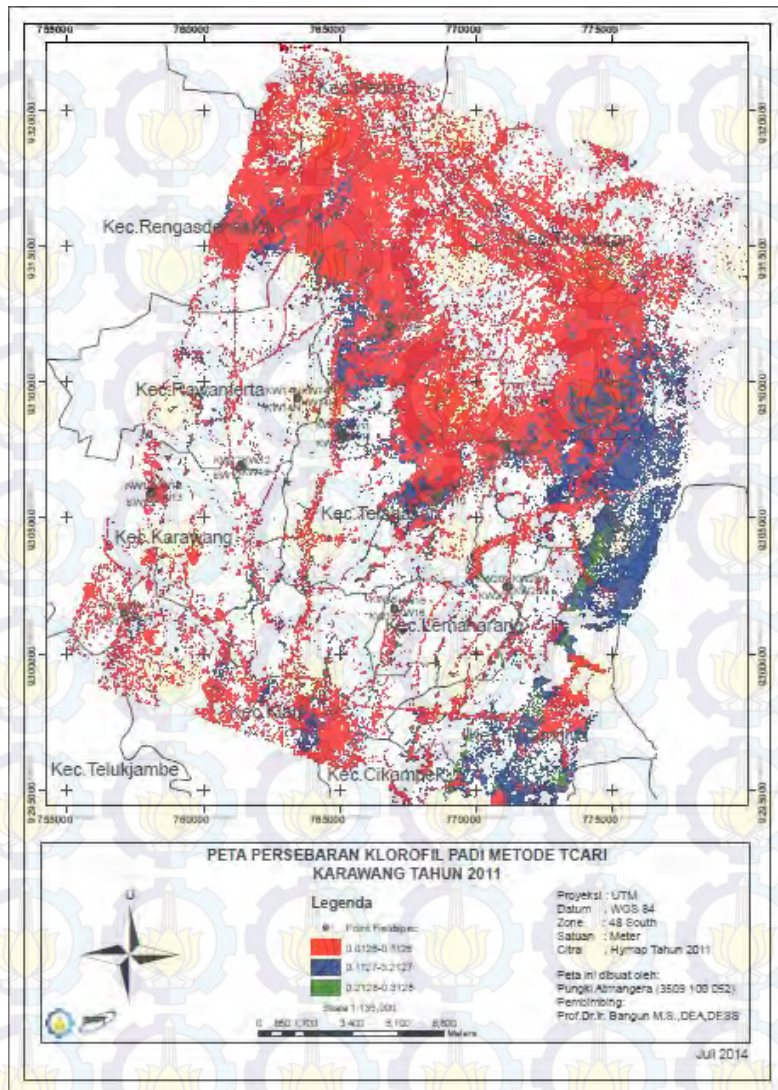
Pada tabel 4.5 luasan MCARI (670,700) nm lebih dominan pada rentan 0,0126-0,1126 sebesar 13.598.369,86 m<sup>2</sup> dan nilai luasan pada rentan 0,2128-0,3128 adalah 0 m<sup>2</sup> dikarenakan nilai maksimum MCARI yang terdeteksi hanya sampai 0.1127 sedangkan pada tabel 4.6 luasan TCARI (670,700)nm lebih merata dikarenakan TCARI mendeteksi nilai maksimum klorofil sampai 0.3128 dan pada gambar 4.19 berikut ini adalah tampilan peta persebaran klorofil menggunakan metode MCARI dan TCARI (670,700) nm:





Gambar 4.16 Peta Persebaran Klorofil Menggunakan Metode MCARI (670,700) nm





Gambar 4.17 Peta Pesebaran Klorofil Menggunakan Metode TCARI (670,700) nm

## 4.2 Analisa

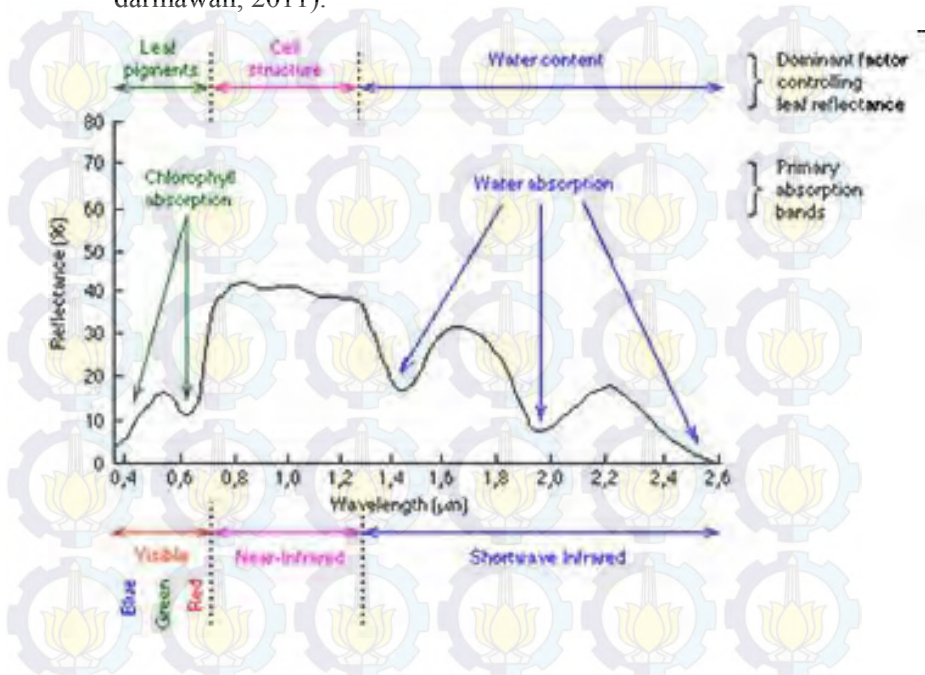
### 4.2.1 Pola Reflektan Fase Pertumbuhan Padi pada *Fieldspec*

Secara garis besar pada fase vegetatif mempunyai pola reflektan yang memiliki nilai rendah pada spektrum gelombang *near infrared* dan relatif tinggi pada spektrum gelombang visible. Profil reflektan pada fase reproduktif menunjukkan nilai reflektan pada panjang gelombang *visible* yang lebih rendah dibandingkan fase vegetatif. Hal ini dikarenakan pada panjang gelombang biru dan merah energi lebih banyak diserap untuk melakukan proses fotosintesis. Pada proses fotosintesis ini klorofil memiliki daya absorpsi yang kuat pada rentang panjang gelombang biru dan merah. Sedangkan pada fase ripening, nilai reflektan panjang gelombang visible terutama pada gelombang merah mulai naik lagi dan pada panjang gelombang hijaunya sudah mulai turun. Hal ini dikarenakan kondisi padi yang mulai menguning saat masa pematangan sehingga energi pada panjang gelombang merah banyak yang dipantulkan.

### 4.2.2 Perhitungan Algoritma MCARI dan TCARI

Pada gambar 4.18 terlihat bahwa Sebuah pantulan absorpsi pada vegetasi dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu visible (0,40 $\mu$ m-0,70 $\mu$ m), NIR (0,701 $\mu$ m-1,3 $\mu$ m) dan middle inframerah (1,301 $\mu$ m-2,5 $\mu$ m). Klorofil menyerap cahaya dalam panjang gelombang visible untuk biru dan merah sedangkan pada gelombang hijau tidak mudah diserap melainkan dipantulkan. Pada proses fotosintesis klorofil memiliki daya absorpsi yang kuat pada rentang panjang gelombang biru dan merah. Pada panjang gelombang hijau (550 nm), semakin tinggi kandungan klorofil daun maka akan semakin tinggi pula nilai reflektan

pada panjang gelombang ini (Schepers, 1996 dalam darmawan, 2011).



Gambar 4.18 Pola Perbandingan Reflektan

Dalam penelitian ini menggunakan metode indeks vegetetasi MCARI dan TCARI untuk menentukan kandungan klorofil seperti yang pernah dilakukan oleh Wu et al, 2008 dan Sukmono, 2012. Peneliti tersebut menggunakan panjang gelombang 705,750 nm. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan panjang gelombang 670,700 nm. Panjang gelombang 670nm sampai dengan 700nm digunakan untuk meminimalisir kombinasi efek dari reflektan tanah dan reflektan materi non-fotosintesis. Sedangkan pemilihan reflektan 550nm sampai 700nm berdasarkan atas nilai spektral minimum absorption



(penyerapan) dari pigmen klorofil dan nilai batas spektral pigmen vegetasi dengan red edge portion.

Data himap yang sudah terkoreksi geometrik diolah menggunakan fungsi bandmath dalam ENVI. *Bandmath* adalah sebuah fungsi untuk memasukkan fungsi matematika dalam ENVI dengan mudah. Dari hasil bandmatching dapat dibandingkan dengan hasil terhadap data *field spectrometer* dalam 10 titik quadrat area. Pada lampiran 1 terdapat perbandingan data antara *fieldspec* dengan data *HyMap* berdasarkan 10 titik quadrat area menggunakan metode MCARI sedangkan pada lampiran 2 adalah perbandingan data antara *fieldspec* dengan data *HyMap* berdasarkan 10 titik quadrat area menggunakan metode TCARI

#### **4.2.3 Analisa Regresi**

Pada gambar 4.12 dan gambar 4.13 terlihat bahwa terdapat kelemahan dalam sebaran data perbandingan antara *Fieldspectrometer* dan airborne hyperspectral yang tidak merata. Hal ini dikarenakan adanya gangguan awan pada saat pemotretan sehingga daerah sampel yang terpotret oleh *airborne* sangat terbatas.

Pada penelitian ini reflektan yang digunakan adalah 550 nm, 670 nm dan 700 nm. Dari hasil kombinasi reflektan tersebut di dapatkan korelasi yang bagus. baik menggunakan MCARI maupun TCARI, hal ini disebabkan spektral reflektan dari vegetasi antara 400 nm sampai 700 nm pada dasarnya adalah respon kandungan klorofil dan pigmen-pigmen lain di daun yang menyerap radiasi matahari (Thomas and Gausman, 1997). Hal ini juga ditunjang oleh Schepers (1996) dalam studinya menemukan bahwa terjadi korelasi yang kuat antara kandungan klorofil dan spektrum panjang gelombang hijau (550 nm). Klorofil mempunyai daya absorpsi yang kuat pada daerah panjang gelombang biru (400 nm-500 nm) dan merah (600 nm-680 nm). Pada rentan gelombang hijau, semakin tinggi



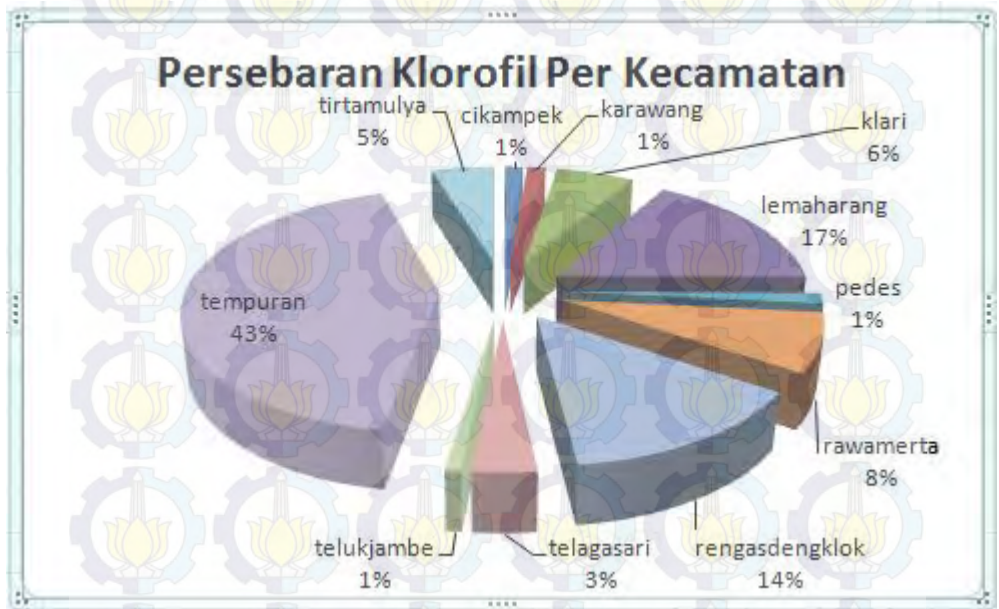
kandungan atau tingkat kehijauan daun maka akan semakin tinggi pula nilai spektral reflektansi pada panjang gelombang ini (Darmawan, 2012).

Jika dibandingkan dengan gambar 4.12 dan gambar 4.13 terlihat bahwa jika menggunakan panjang gelombang (705,750) nm persebaran datanya lebih buruk akan tetapi bila dilihat hasil regresinya panjang gelombang (705,750) nm lebih baik dibandingkan menggunakan panjang gelombang (670,700) nm. Hal ini disebabkan panjang gelombang pada 705 nm dan 750 nm lebih sensitif terhadap obyek klorofil tanaman padi. Sukmono, 2012 mengungkapkan bahwa nilai absorbansi maksimum dan reflektan maksimum pada data reflektan spectrometer terletak pada 670 nm dan 800 nm, namun jika kita melihat pada data reflektan derivative pertamanya absorbansi maksimum terletak mendekati 750 dan reflektan maksimum mendekati 705 nm. Pada penelitian Sims and Gamon (2002) menemukan adanya hubungan baik antara jumlah klorofil daun dan reflektan pada panjang gelombang 680 nm dan 705 nm dengan koefisien korelasi  $R^2$  0,84 dan 0,92, masing-masing. Mereka juga menemukan korelasi kuat antara berbagai kombinasi reflektan pada panjang gelombang 700 nm, 705 nm, 750 nm, dan 800 nm dan kadar klorofil dalam daun. Pada panjang gelombang digunakan pada penelitian ini yaitu (600,700) nm dan panjang gelombang yg dipakai Sukmono, 2012 dan Wu et al, 2008 yaitu (705,750) terlihat bahwa hasil regresi TCARI selalu lebih baik dari MCARI hal ini dikarenakan MCARI masih sensitif terhadap efek elemen non-photosintetic, terutama pada konsentrasi klorofil rendah (Wu et al, 2008).

#### **4.2.4 Persebaran Klorofil**

Dari luas total klorofil yang dideteksi oleh metode MCARI dan TCARI pada gambar 4.19 sebesar 43% tersebar di daerah Kecamatan Tempuran. Hal ini

disebabkan di daerah ini masih terdapat banyak area persawahan yang memiliki pertumbuhan padi yang seragam dan sistem pengairan yang baik. Sedangkan Lemaharang terdeteksi 17%, Rengasdengklok terdeteksi 14%, Rawamerta terdeteksi 8%, Klari terdeteksi 6%, Tirtamulya terdeteksi 5%, Telagasari terdeteksi 3%, dan untuk Cikampek, Karawang, Pedes, Telukjambe hanya terdeteksi 1% dikarenakan pada ketiga Kecamatan tersebut sudah banyak areal persawahan yang beralih fungsi menjadi daerah pemukiman dan industri. Gambar 4.20 dibawah ini adalah diagram presentase persebaran klorofil daerah penelitian



Gambar 4.19 Diagram Presentase Persebaran Klorofil  
Berikut ini adalah detil tabel 4.7 persebaran luasan klorofil kabupaten karawang 2011 menggunakan metode MCARI dan TCARI:

Tabel 4.7 Persebaran Klorofil Kabupaten Karawang  
2011

No	Kecamatan	Luas (m <sup>2</sup> ) Menggunakan MCARI	Luas (m <sup>2</sup> ) Menggunakan TCARI
1	Cikampek	185.167,4612	186.521,5109
2	Karawang	184.457,3283	185.215,8483
3	Klari	796.675,1433	800.591,2233
4	Lemaharang	2.261.585,737	2.271.587,617
5	Pedes	187.047,9807	187.612,4607
6	Rawamerta	1.058.916,717	1.064.946,183
7	Rengasdengklok	1.883.134,883	1.888.373,963
8	Telagasari	461.542,9483	463.996,0081
9	Telukjambe	113.501,3529	114.030,5529
10	Tempuran	5.816.617,119	5.846.604,27
11	Tirtamulya	649.774,5544	652.843,9127
12	Total	13.598.421,22	13.662.323,55

Metode TCARI lebih baik dalam mendeteksi klorofil karena TCARI digunakan untuk mengatasi kelemahan MCARI yang masih sensitif terhadap materi background non-fotosintesis dan masih kurang akurat dalam mendeteksi konsentrasi klorofil yang lemah. Hasil total luasan kedua metode berbeda dikarenakan luasan tiap rentang yang dideteksi oleh kedua metode berbeda, jadi sangat memungkinkan hasil luasan berbeda.







## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Nilai MCARI antara hymap dengan *fieldspec* memiliki korelasi yang kuat yaitu sebesar 0,6104 sedangkan nilai TCARI antara hymap dengan *fieldspec* memiliki korelasi yang sangat kuat yaitu sebesar 0,7207
- b) Hasil luasan total untuk klorofil padi menggunakan metode MCARI adalah 13.598.421,22 m<sup>2</sup> sedangkan untuk metode TCARI luasan totalnya sebesar 13.662.323,55 m<sup>2</sup>
- c) Persebaran Klorofil kabupaten karawang tahun 2011 menggunakan metode MCARI (670,700)nm meliputi Kecamatan Cikampek seluas 186.521,5109 m<sup>2</sup>, Kecamatan Karawang seluas 184.457,3283 m<sup>2</sup>, Kecamatan Klari seluas 796.675,1433 m<sup>2</sup>, Kecamatan Lemaharang seluas 2.261.585,737 m<sup>2</sup>, Kecamatan Pedes seluas 187.047,9807 m<sup>2</sup>, Kecamatan Rawamerta seluas 1.058.916,717 m<sup>2</sup>, Kecamatan Rengasdengklok seluas 1.883.134,883 m<sup>2</sup>, Kecamatan Telagasari seluas 461.542,9483 m<sup>2</sup>, Kecamatan Telukjambe seluas 113.501,3529 m<sup>2</sup>, Kecamatan Tempuran seluas 5.816.617,119 m<sup>2</sup>, Kecamatan Tirtamulya seluas 649.774,5544 m<sup>2</sup> sedangkan dengan menggunakan metode TCARI (670,700)nm meliputi Kecamatan Cikampek seluas 186.521,5109 m<sup>2</sup>, Kecamatan Karawang seluas 185.215,8483 m<sup>2</sup>, Kecamatan Klari seluas 800.591,2233 m<sup>2</sup>, Kecamatan Lemaharang seluas 2.271.587,617 m<sup>2</sup>, Kecamatan Pedes seluas 187.612,4607 m<sup>2</sup>, Kecamatan Rawamerta seluas 1.064.946,183 m<sup>2</sup>, Kecamatan Rengasdengklok seluas 1.888.373,963 m<sup>2</sup>, Kecamatan

Telagasari seluas 463.996,0081 m<sup>2</sup>, Kecamatan Telukjambe seluas 114.030,5529 m<sup>2</sup>, Kecamatan Tempuran seluas 5.846.604,27 m<sup>2</sup>, Kecamatan Tirtamulya seluas 652.843,9127 m<sup>2</sup>.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Pengambilan data sample lapangan berupa *fieldspec* yang digunakan untuk validasi data sebaiknya dilakukan kurang dari satu minggu dari data *airborne hyperspectral* Karena pertumbuhan padi yang relatif cepat
- b) Pengambilan data lapangan klorofil yang digunakan sebagai acuan validasi data sebaiknya menggunakan pengolahan data laboratorium agar hasil uji ketelitian bisa mendapatkan nilai korelasi yang tinggi

## DAFTAR PUSTAKA

- Aak. 1960. *Budidaya Tanaman Padi*. Kanisius. Yogyakarta
- Anonim. 2012. “Konsumsi Beras Indonesia”<http://www.bps.go.id>  
Dikunjungi pada tanggal 6 Maret 2013, jam 18.30
- Anonim. 2008. “Potensi Padi”<http://www.karawangkab.go.id/more-about-joomla!/34-profil/75-potensi-pertanian.html>  
Dikunjungi pada tanggal 10 Maret 2013, jam 19.17
- Anonim. 2010. “Geocoding”  
<http://huic.com/HUIC/job/right/geocoding.htm> Dikunjungi  
pada tanggal 10 Maret 2013, jam 18.30
- Borengasser, M., dkk. 2007. *Hyperspectral Remote Sensing: Principles and Applications*, CRC Press Taylor and Francis Group, Florida
- Chen, J. M. 1995. *Evaluation of vegetation indices and a modified simple ratio for boreal applications*, *Canadian Journal of Remote Sensing*, Vol.22, Hal. 229-242
- Cocks, T., Jenssen, R., Stewart, A., Wilson, I., Shields, T. 1998. *The HyMap Airborne Hyperspectral Sensor: The System, Calibration and Performance*. 1st EARSSEL Workshop on Imaging Spectroscopy, Zurich
- Darmawan, arief. 2012. *Pembangunan Model Hyperspectral Untuk Estimasi Produktivitas Vegetasi Padi Berdasarkan Metode Derivatif Regresi Linear*. Disertasi ITS : Surabaya
- Daughtry, C.S.T., dkk. 2000. *Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance*, *Remote Sensing Environment* Vol. 74, Hal. 229–239
- Furqon. 1999. *Statistika Terapan Untuk Penelitian*, CV Alfabeta., Bandung
- Gitelson, A.A. dan Merzlyak, M.N. 1996. *Signature Analysis Of Leaf Reflectance Spectra: Algorithm Development For Remote Sensing*. *Journal Plant Physiol*, Vol. 148, Hal. 493–500



- Grist, D.H. 1960. *Rice (tropical agriculture) series*. Third Edition. Long mans. London. 466p
- Hasyim, H. 2000. *Padi*. FP-USU Press. Medan
- Jaelani, Muhamad. 2006. Pengantar Hyperspektral Prosiding. Surabaya: ITS 2006
- Kruse, F. A., dkk. 2000. *HyMap: An Australian Hyperspectral Sensor Solving Global Problems – Results from USA HyMap Data Acquisitions*, *Proceedings of the 10th Australasian Remote Sensing and Photogrammetry Conference*, Adelaide, Australia, 21-25 August 2000
- Lillesand, Thomas, M. And Kiefer, Ralp, W. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley&Son, Inc., New York
- Mutanga, O., Skidmore, A.K. 2004. "Hyperspectral band depth analysis for a better estimation of pasture biomass", *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 5, Issue 2, hal. 87-96
- Oktavia, Swastika. 2009. *Pengukuran Kandungan Klorofil Dengan Teknik Spektrometri*. Unsoed : Purwokerto
- Pike, John. 2005. *Hyperspectral Imaging*, *Fedeartion of American Scientist*: <http://www.fas.org/> Dikunjungi pada tanggal 08 Maret 2013, jam 16.00
- Rauf. 2013. *Metode Klasifikasi Berbasis Analisa Nilai Spektral Dalam Pemetaan Fase Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Data Hyperspektral*. Surabaya: ITS 2013
- Rouse, J.W. 1973. *Monitoring the vernal advancement and Retrogradation (green wave effect of Natural Vegetation)*, Texas A&M University Remote Sensing Center., Texas
- Schepers JS, Blackmer TM, Wilhelm WW, Resende M. 1996. *Transmittance and reflectance measurements of corn leaves from plants with different nitrogen and water supply*. *Journal of Plant Physiology* 148, 523-529.
- Sims, D.A and Gamon, JA (2002). "Relationship between pigment content and spectral reflectance across a wide



*range of species, leaf structures and developmental stages*".  
Remote Sensing of Environment, 81, 337-354.

Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Administrasi*. Bandung: Alfabeta.

Suharno. 2005. Bahan Kuliah Serealia. Dinas pertanian DIY: <http://www.distan.pemda-diy.go.id> Dikunjungi pada tanggal 10 Maret 2013 jam 19.19

Sukmono, Abdi. 2012. *Algoritma Estimasi Kandungan Klorofil Tanaman Padi Dengan Data Airbone Hypersectral*. Surabaya: ITS 2012

Thomas, J. R. and Gausman, H. W. (1997). "Leaf reflectance vs leaf chlorophyll and caretonoid concentrations for eight crops". *Agron. J.* 69:799-802.

Wang, FuMi., dkk.. 2008. *Optimal wavekanal identification for estimation of leaf area index of paddy rice*, *Journal of Zheijang University Science B* Vol. 9(12), Hal. 953-963

Wibowo, Agus. 2010. *Pengembangan Metode Estimasi Kandungan Air Kanopi Daun (Canopy Water Content) Tanaman Padi Dengan Data Hyperspectral*, Disertasi Dr., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Wu, Chaoyang., dkk. 2008. *Estimating chlorophyll content from hyperspectral vegetation indices: Modeling and validation*, *Jurnal agricultural and forest Meteorology* , Vol.148 (2008), Hal.1230-1241





**LAMPIRAN 1**  
**TABEL DATA MCARI**

<b>Fase</b>	<b>Titik</b>	<b>Fieldspec MCARI 670-700</b>	<b>Fieldspec MCARI 705-750</b>	<b>MCARI Hymap 670-700</b>	<b>MCARI Hymap 705-750</b>
Vegetatif 1	KW06q05	0.010099061	-0.02044083	0.032498	0.043771
	KW06q06	0.021104454	0.005821944	0.04998	0.036756
	KW06q08	0.027700858	0.020515372	0.046139	0.023115
	KW06q10	0.028273416	0.022298329	0.051168	0.031096
	KW10q05	0.0173009	-0.01769757	0.042335	0.078866
	KW10q07	0.016905161	-0.018702701	0.050869	0.05457
	KW10q10	0.013516733	-0.010121002	0.055895	0.083678
Vegetatif 2	KW06q03	0.017035912	-0.004956047	0.047743	0.068382
	KW06q09	0.0081794	-0.022958063	0.043738	0.088668
	KW10q01	0.014456225	-0.00504517	0.045806	0.083568
	KW10q02	0.013987735	-0.013765421	0.055561	0.116025
	KW10q06	0.013034054	-0.008174614	0.053261	0.095203
	KW09q02	0.024873325	0.049848742	0.048679	0.245082
Vegetatif 3	KW09q03	0.02990197	0.151250944	0.049495	0.240375
	KW09q08	0.024603702	0.049433378	0.049091	0.252174
	KW09q09	0.03682677	0.229841772	0.049581	0.239196
	KW09q10	0.031264637	0.184662956	0.055895	0.287674
	KW11q04	0.038852711	0.396427937	0.060269	0.287671
	KW11q06	0.033687949	0.329146589	0.063933	0.290724
	KW11q07	0.030717075	0.152480492	0.067712	0.361778
	KW11q09	0.038201011	0.326364303	0.066865	0.32182
	KW20Nq01	0.032596567	1.330525525	0.075215	0.33092
Reproduktif 1	KW20Nq04	0.032547959	0.90205422	0.057207	0.376244
	KW20Nq05	0.025278424	1.262839049	0.072004	0.343665
	KW20Nq08	0.029474657	1.164595588	0.058591	0.386403
	KW12q04	0.03447646	0.27877475	0.085651	0.11863
Reproduktif 2	KW12q07	0.02788123	0.482446061	0.087011	0.20249
	KW16q02	0.032189911	0.711556427	0.084711	0.233661
Reproduktif 3	KW16q05	0.033358529	1.476976507	0.072412	0.366553
	KW16q06	0.036715207	0.968770197	0.077621	0.205126
	KW16q07	0.032385975	0.987677748	0.057629	0.40123
	KW16q09	0.033498813	0.840065142	0.064399	0.384011
	KW16q10	0.034333021	0.86734475	0.072105	0.205678
	KW14q01	0.032596567	0.259658147	0.075215	0.124395
Ripening 1					

Fase	Titik	Fieldspec MCARI 670-700	Fieldspec MCARI 705-750	MCARI Hymap 670-700	MCARI Hymap 705-750
	KW14q03	0.044352358	0.342565731	0.070139	0.093745
	KW14q06	0.048961837	0.447858602	0.069381	0.151912
Ripening 2	KW14q02	0.043682333	0.422883756	0.066824	0.086719
	KW14q04	0.04827214	0.450472224	0.065528	0.109449
	KW14q09	0.048064788	0.44659631	0.070164	0.077358
Ripening 3	KW13q05	0.038632928	0.360390871	0.066927	0.087618



**LAMPIRAN 2**  
**TABEL DATA TCARI**

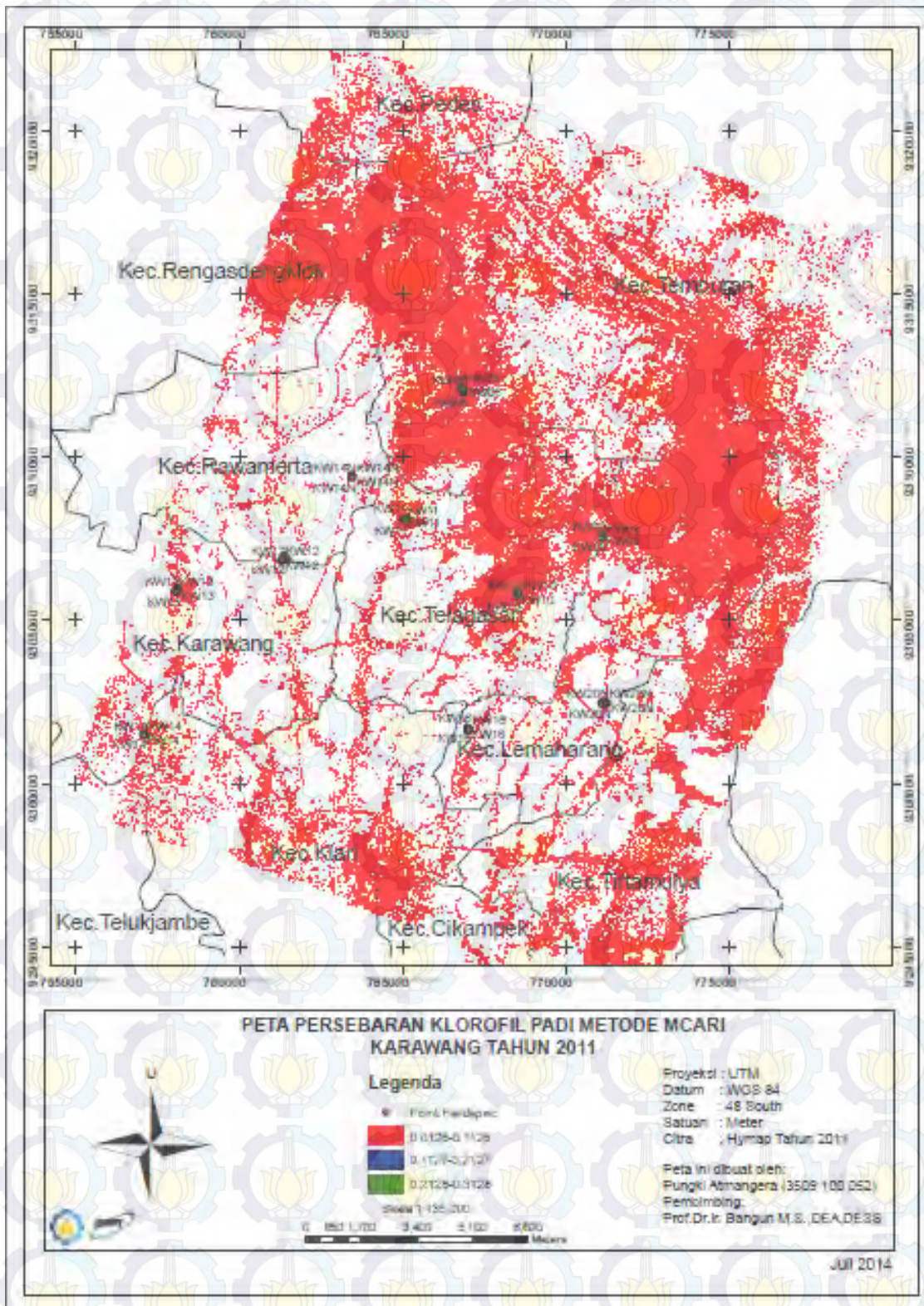
<b>Fase</b>	<b>Titik</b>	<b>Fieldspec TCARI 670-700</b>	<b>Fieldspec TCARI 705-750</b>	<b>TCARI Hymap 670-700</b>	<b>TCARI Hymap 705-750</b>
Vegetatif 1	KW06q05	0.035955784	-0.06132249	0.097494	0.131312
	KW06q06	0.092760944	0.017465831	0.14994	0.110268
	KW06q08	0.134093197	0.061546116	0.149455	0.030918
	KW06q10	0.153175239	0.066894987	0.153504	0.093287
	KW10q05	0.062274762	-0.053092711	0.127004	0.236597
	KW10q07	0.06139577	-0.056108103	0.107561	0.163709
	KW10q10	0.0462652	-0.030363006	0.143969	0.251035
Vegetatif 2	KW06q03	0.065104852	-0.01486814	0.143228	0.205146
	KW06q09	0.02940489	-0.06887419	0.131214	0.257211
	KW10q01	0.051725341	-0.01513551	0.137418	0.250174
	KW10q02	0.049339978	-0.041296262	0.166683	0.348076
	KW10q06	0.044180926	-0.024523841	0.159784	0.320574
Vegetatif 3	KW09q02	0.112664187	0.149546227	0.146037	0.899243
	KW09q03	0.152452355	0.453752833	0.148485	0.735245
	KW09q08	0.108961315	0.148300133	0.147274	0.646284
	KW09q09	0.22018192	0.689525317	0.136953	0.756521
	KW09q10	0.189097675	0.553988867	0.167685	0.717589
	KW11q04	0.322687136	1.189283811	0.211247	0.863012
	KW11q06	0.254667002	0.987439768	0.1918	0.872201
	KW11q07	0.14848106	-0.010987828	0.139251	0.326686
	KW11q09	0.272851372	0.979092908	0.200595	0.965451
Reproduktif 1	KW20Nq01	0.341285316	3.991576576	0.205155	0.992761
	KW20Nq04	0.277077019	2.706162659	0.17162	1.128733
	KW20Nq05	0.212086022	3.788517148	0.216013	1.030994
	KW20Nq08	0.256475621	3.493786764	0.175772	1.097519
Reproduktif 2	KW12q04	0.248761307	0.836324251	0.256954	0.355891
	KW12q07	0.210851719	1.447338182	0.261032	0.607471
Reproduktif 3	KW16q02	0.26511566	2.134669281	0.220975	0.700984
	KW16q05	0.379335491	4.430929522	0.217237	1.099658
	KW16q06	0.338310498	2.90631059	0.205058	0.5873
	KW16q07	0.31879907	2.963033245	0.172886	1.20369
	KW16q09	0.338641433	2.520195425	0.167969	1.276726
	KW16q10	0.331803939	2.60203425	0.216316	0.617034
Ripening 1	KW14q01	0.416334097	0.77897444	0.210036	0.373185

Fase	Titik	Fieldspec TCARI 670-700	Fieldspec TCARI 705-750	TCARI Hymap 670-700	TCARI Hymap 705-750
	KW14q03	0.368984314	1.027697193	0.18018	0.281236
	KW14q06	0.419932254	1.343575806	0.208142	0.455737
Ripening 2	KW14q02	0.362399346	1.268651268	0.200473	0.260156
	KW14q04	0.409375756	1.351416672	0.196584	0.328346
	KW14q09	0.415528805	1.339788929	0.210491	0.232075
Ripening 3	KW13q05	0.311877087	1.081172612	0.20078	0.269202

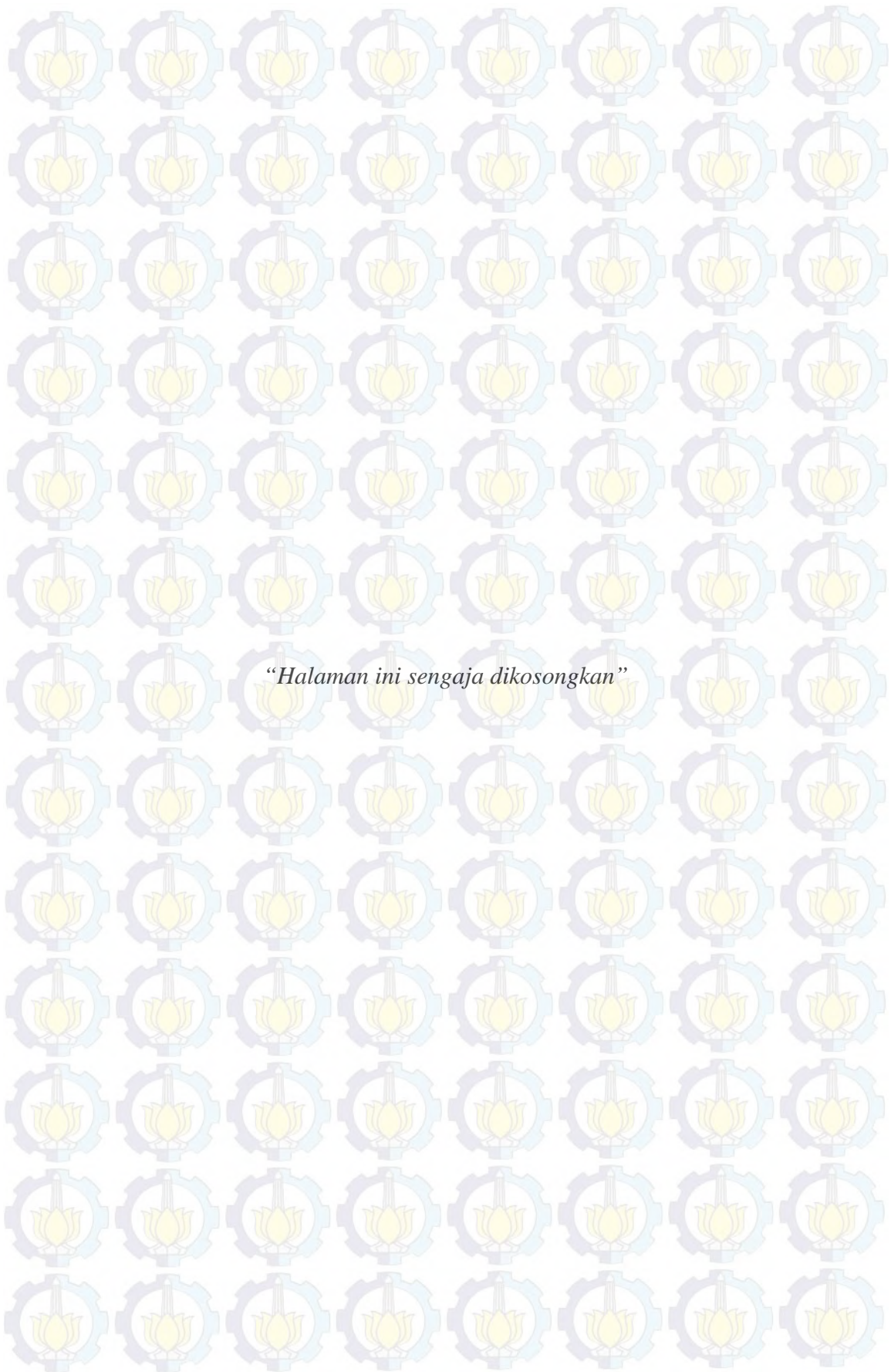


### LAMPIRAN 3

#### PETA PERSEBARAN KLOOROFIL KARAWANG JAWA BARAT 2011



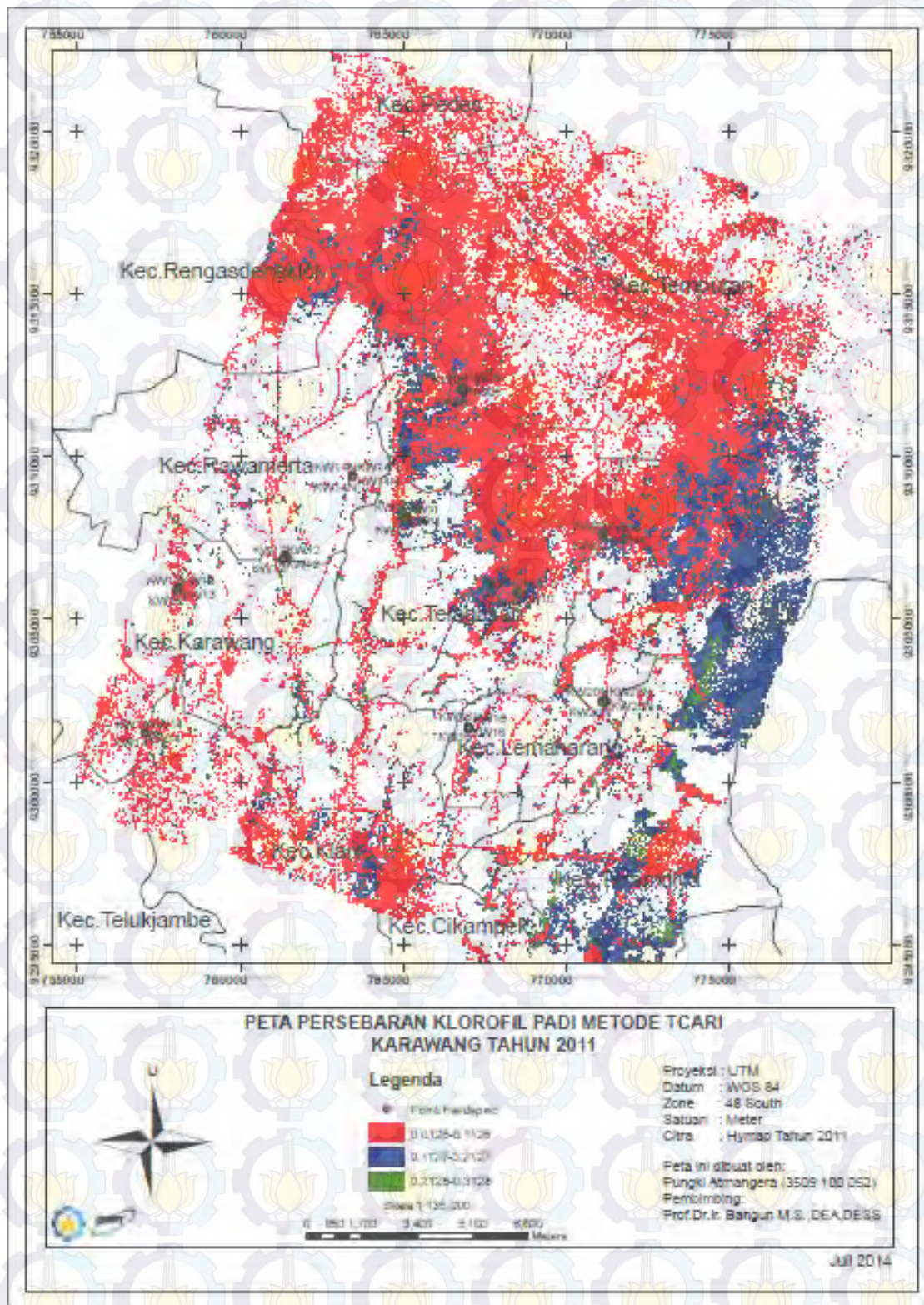




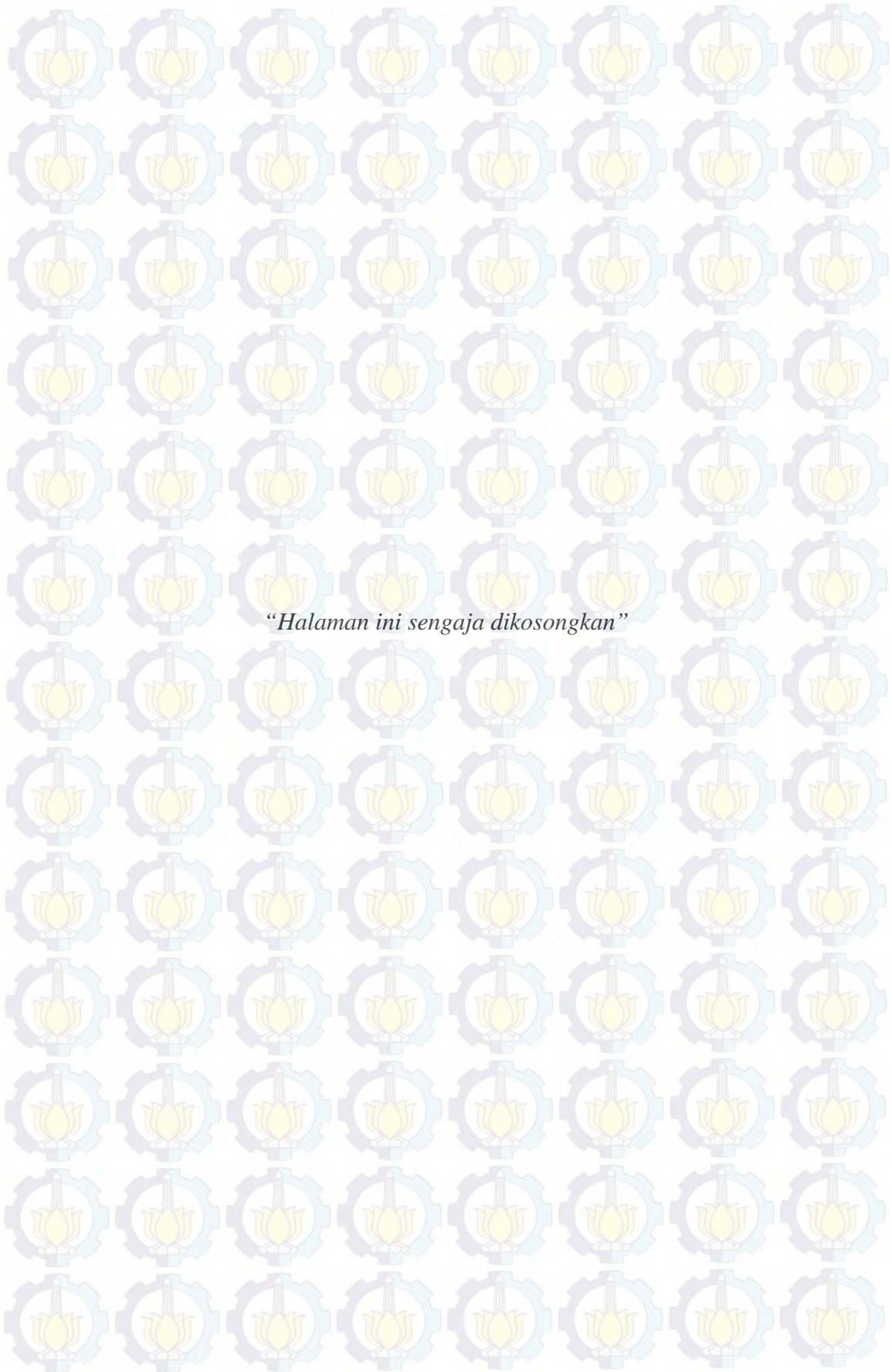


## LAMPIRAN 4

### PETA PERSEBARAN KLOOROFIL KARAWANG JAWA BARAT 2011







*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*



## PROFIL PENULIS



**Pungki Atmanegara**, dilahirkan di Kediri, 30 November 1990. Menempuh pendidikan di TK PG Pesantren Kediri, kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SDN Ketami II dan lulus pada tahun 2003, pendidikan menengah pertama di SMPN 3 Kediri dan lulus pada tahun 2006, dan pendidikan menengah

atas di SMAK Santo Augustinus Kediri dan lulus pada tahun 2009. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan untuk perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil Jurusan Teknik Geomatika lewat jalur SNMPTN. Penulis terdaftar dengan NRP 3509100052. Selama menjadi mahasiswa S1, penulis cukup aktif dalam kegiatan Seminar yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Geomatika ITS. Penulis juga aktif di organisasi intra kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Geomatika (HIMAGE ITS) dan UKM Catur ITS. Dalam penyelesaian Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian Geospasial, dengan judul tugas akhir Analisa Perbandingan Kandungan Klorofil Menggunakan Indeks Vegetasi dengan Data Hymap (Wilayah Studi: Kabupaten Karawang, Jawa Barat).